FOR THE PEOPLE
FOR EDVCATION
FOR SCIENCE

LIBRARY
OF
THE AMERICAN MUSEUM
OF
NATURAL HISTORY

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

5.061493 | B

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES.

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME IV. — JUILLET 1893.

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIV DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16
1893

21 - 398 Aug 3

LE JUBILÉ ÉPISCOPAL

DE

S. S. LÉON XIII

ET LA

SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

En 1879, la *Société scientifique de Bruxelles*, alors à ses débuts, a reçu de Sa Sainteté le Pape Léon XIII, en réponse à une adresse qu'elle Lui avait fait présenter, une lettre qui a été pour ses membres à la fois une direction et un encouragement. On trouve cette lettre imprimée en tête de chacun des volumes des *Annales* à partir du troisième, et de plus dans la livraison d'avril 1879 de la *Revue des questions scientifiques*.

Le Conseil de la Société scientifique a cru qu'il était de son devoir de renouveler l'expression de son filial attachement au Saint Siège et à la personne de l'Auguste Pontife, à l'occasion du jubilé épiscopal de Sa Sainteté Léon XIII. Dans sa séance du 22 juin, il a voté une adresse, qui a été remise, le 1er juillet, à Son Excellence le Nonce apostolique près Sa Majesté le Roi des Belges, Mgr Nava di Bontifè, pour qu'il voulût bien la transmettre à Sa Sainteté.

L'adresse ayant été immédiatement envoyée à Rome, Son Éminence le Cardinal Rampolla, Secrétaire d'État, a daigné répondre au Président de la Société scientifique,

dès le 8 juillet, par une lettre encourageante dont on trouvera le texte plus bas, en même temps que celui de l'adresse.

Le contenu de cette lettre, comme le fait remarquer Mgr Nava di Bontifè en la transmettant au Président de la Société, ainsi que l'empressement que Son Éminence le Cardinal Rampolla a mis à répondre, sont des arguments plus que suffisants pour démontrer combien l'adresse faite au nom de tous les membres de la Société a été agréable à Sa Sainteté Léon XIII.

Voici le texte de l'adresse :

Très Saint Père,

La Société scientifique de Bruxelles s'associe aux vœux qui s'élèvent de toutes parts pour Votre Sainteté à l'occasion du cinquantième anniversaire de Sa consécration épiscopale. Elle mêle sa faible voix au concert des princes et des peuples qui viennent déposer à Ses pieds l'hommage de leur respect et de leur dévouement. Elle adresse ses actions de grâces au Tout-Puissant de ce qu'il a daigné accorder à Votre Sainteté, après trente-cinq ans d'un épiscopat fécond, quinze ans d'un pontificat plus fécond encore.

La Société scientifique de Bruxelles est d'autant plus heureuse de prendre part aux manifestations provoquées par le jubilé épiscopal de Votre Sainteté, qu'un grand nombre de ses membres appartiennent à la Belgique, pays qu'il Lui a plu de combler de témoignages d'une sollicitude particulière.

La Société scientifique de Bruxelles a été fondée en 1875 pour promouvoir l'étude des sciences physiques et naturelles et pour montrer l'harmonie de ces sciences avec les enseignements de la Philosophie chrétienne et la Religion révélée, conformément à sa devise : *Nulla unquam inter fidem et rationem vera dissensio esse potest.* Elle exprime de nouveau en ce jour à Votre Sainteté son ferme désir de rester toujours fidèlement attachée aux doctrines de la Sainte Église. Elle affirme, en particulier, conformément à sa déclaration du 15 avril 1890, son obéissance aux enseignements du Concile du Vatican et à ceux de Votre Sainteté, dans l'encyclique *Aeterni Patris*, sur les rapports des sciences physiques et

naturelles avec la Religion et la Philosophie traditionnelle des écoles catholiques.

La Société scientifique de Bruxelles prie la Divine Providence de conserver longtemps encore Votre Sainteté à la tête du gouvernement de la Sainte Eglise, et Vous demande humblement, Très Saint Père, de vouloir lui accorder Votre bénédiction apostolique pour qu'elle la soutienne et l'encourage dans l'œuvre importante à laquelle elle consacre ses efforts.

De Votre Sainteté
Les serviteurs très obéissants et très dévoués,

Le Secrétaire, P. Mansion.

Le Président, Louis Henry.

Bruxelles, le 22 juin 1893.

Voici la réponse de S. É. le Cardinal Rampolla, texte et traduction.

Illmo Signore,

L'indirizzo umiliato al Santo Padre della Società Scientifica, di cui la S. V. Illma è degno Presidente non poteva non riuscire accetto a Sua Santità pei sentimenti di filiale devozione che manifesta nell' associarsi alle feste celebrate dal mondo cattolico per commemorare il giubileo episcopale della Santità Sua; nondimeno l'indirizzo medesimo è stato eziandio di molto gradimento al Santo Padre per le esplicite dichiarazioni che la prelodata Società scientifica ha tenuto a rinnovare anche in questa occasione. L'Augusto Pontefice mi ha quindi commesso di ringraziare in Suo nome la S. V. e i suoi degni Colleghi pei filiali augurii a Lui indirizzati, e di congratularmi con Lei pei nobili propositi di volersi sempre attenere agli insegnamenti e ai metodi indicati nella Sua Enciclica *Aeterni Patris.* Il Santo Padre si compiace di sapere che nei diciotto anni che conta di vita cotesta Società scientifica ha già prodotto buoni frutti, ma desiderando che continui a produrne in copia sempre maggiore, ha invocato l'abbondanza delle celesti benedizioni sulla stessa S. V. e su tutti coloro che cooperano con Lei allo sviluppo della predetta Società.

Sono lieto di renderla di ciò consapevole, mentre profitto dell'occasione per dichiararmi con sensi della più distinta stima

Di V. S. Illma

Aff^mo^ per servirla

M. Card. Rampolla.

Roma, 8 Luglio 1893.

Sign. Luigi Henry, Presidente della Società scientifica di Bruxelles.

Monsieur,

L'adresse présentée au Saint Père par la Société scientifique, dont vous êtes le digne Président, ne pouvait manquer d'être agréable à Sa Sainteté à cause des sentiments de filial dévouement qu'elle exprime en s'associant aux fêtes que célèbre le monde catholique pour honorer le jubilé épiscopal de Sa Sainteté. Toutefois, l'adresse même Lui a été particulièrement agréable à cause des déclarations explicites que la Société scientifique a voulu renouveler encore à cette occasion. L'Auguste Pontife m'a chargé en conséquence de vous remercier en son nom, vous et vos dignes collègues, pour les souhaits que vous lui avez filialement adressés, et de vous féliciter de la généreuse résolution que vous avez prise de rester toujours fidèles aux enseignements et à la direction donnés par Lui dans son Encyclique *Aeterni Patris*. Le Saint Père se réjouit de savoir que, pendant les dix-huit années de son existence, cette Société scientifique a déjà produit d'heureux fruits ; mais désirant qu'elle en produise toujours davantage, Il a appelé l'abondance des bénédictions célestes sur vous et sur tous ceux qui travaillent avec vous au développement de la susdite Société.

Je suis heureux, Monsieur, de vous en donner connaissance, et je profite de l'occasion pour me déclarer, avec les sentiments de l'estime la plus distinguée,

Votre très affectionné et très dévoué

M. Card. Rampolla.

Rome, 8 juillet 1893.

A Monsieur Louis Henry, Président de la Société scientifique de Bruxelles.

COMMENT FINIRA L'UNIVERS

ESSAI D'ESCHATOLOGIE SCIENTIFIQUE

On a beaucoup écrit sur l'interprétation des premiers chapitres de la Genèse et sur le plus ou moins de concordance des théories scientifiques aujourd'hui admises avec les phénomènes cosmologiques cités par la Bible ou auxquels il est fait allusion dans le Livre inspiré, principalement en ce qui concerne les origines de l'univers (1). On s'est moins occupé, à ce point de vue, des prédictions contenues dans les saintes Écritures au regard de la fin des temps.

Les rapprochements sont, à la vérité, beaucoup plus difficiles en cet ordre de faits. Les textes qui se rapportent aux derniers jours de l'humanité sont obscurs, peut-être plus métaphoriques encore que ceux qui racontent la création ; ils sont d'ailleurs relativement rares, et les interprètes ne sont pas toujours d'accord sur le sujet de leur application, les uns rattachant en partie à la fin du monde ce que d'autres attribuent exclusivement à la destruction de Jérusalem, par exemple.

(1) Nous-même avions essayé de traiter cette question dans ce recueil et sous ce titre *Comment s'est formé l'Univers*, en quelques articles parus dans les livraisons d'avril, juillet et octobre 1877, t. I et II de la collection, et qui avaient été réunis ensuite en un volume in-12 aujourd'hui épuisé.

D'autre part, les conclusions auxquelles les récentes découvertes de la science ont permis aux savants d'arriver, ne sont pas toujours très précises, et se tiennent encore, au moins en une certaine mesure, dans le champ de généralités vagues et lointaines.

Il est possible, cependant, d'établir sinon une concordance parfaite, — laquelle serait très prématurée sans être même actuellement désirable, — entre les prédictions eschatologiques et les prévisions de la science, du moins un certain accord, direct quant aux vérités d'ordre tout à fait général, et tout au moins négatif si l'on descend dans le détail.

Nous voudrions tracer une sorte d'esquisse de cet accord analogique, en nous appuyant principalement sur la partie scientifique d'un ouvrage récemment paru et où l'avènement des derniers temps est envisagé à tous les points de vue (1). La sûreté de doctrine de l'auteur nous sera d'un ferme appui pour éviter tous risques d'erreur ou de témérité en ce qui touche à l'interprétation des textes sacrés.

I

AFFIRMATIONS, PRÉVISIONS ET CONJECTURES DE LA SCIENCE.

Rappelons à grands traits ce que la science affirme, ce qu'elle pressent et ce qu'elle peut reconnaître comme scientifiquement possible, quoique d'ailleurs non prévu.

Il y a d'abord la grande loi de la conservation de la matière, ou de la masse et de l'énergie, due aux constatations de Lavoisier pour la première, et, pour la seconde, aux travaux des Meyer, des Joule, des Hirn, etc. Cette loi est complétée par celle de la marche de l'énergie vers un état déterminé, vers un état limite et d'équilibre stable

(1) *Le Règne du Christ, l'Église militante et les derniers temps*, par M. l'abbé Thomas, vic. gén. de Verdun. In-8° de VI-333 pp. 1892, Bloud et Barral.

et final ; elle a été formulée par Clausius et Lord Kelvin (plus connu sous l'appellation de sir William Thomson), et magistralement exposée naguère ici-même, en octobre 1878 (1), par le fondateur à jamais regretté de ce recueil, le savant P. Carbonnelle.

Il résulte de ces lois que l'univers ne se meut pas dans un cycle éternel ; mais il subit une évolution qui a eu un commencement, traverse ou traversera une période de plénitude ou de maturité que suivra celle du déclin et, finalement, un état dernier comparable à la mort.

Cette vérité est, d'autre part, directement démontrée par l'observation. L'analyse spectrale appliquée aux multitudes de soleils qui peuplent le firmament permet d'évaluer leur âge relatif : un certain nombre d'entre eux, ne formant sur l'ensemble qu'une minorité, nous voulons parler des étoiles colorées et variables, donnent des signes ici avant-coureurs, là certains, de divers degrés de déclin, de décadence et de vieillesse ; les autres, au contraire, c'est-à-dire la grande majorité, accusent la période du plein développement, de ce qu'on pourrait appeler, par comparaison avec l'humanité, la force de l'âge. De celle-ci aux signes de la vieillesse et jusqu'aux dernières convulsions qui précèdent l'extinction totale, les astronomes ont pu reconnaître les intermédiaires successifs.

Deux conséquences se dégagent de ces faits : l'une, c'est que l'univers cosmique a eu un commencement, puisque une partie des astres qui le composent approchent de leur fin, conclusion à laquelle nous étions arrivés déjà par une autre voie ; l'autre, que le peuplement des espaces sidéraux a été simultané pour la plus grande part, puisque la majorité des étoiles accuse un âge sensiblement égal, une époque de formation à peu près contemporaine, en

(1) Rev. des quest. scient., t. IV, pp. 581 et suiv.; et *Les Confins de la science et de la philosophie*, t. I, chap. v, 1881, Paris, Palmé, par le R. P. Carbonnelle.

prenant toutefois cette contemporanéité dans une acception très large (1).

Un autre fait considérable, reconnu et constaté par la science de nos jours, c'est que la vie procède toujours de la vie, *omne vivum ex vivo,* l'hypothèse des générations spontanées étant renversée et condamnée sans appel par les mémorables travaux de M. Pasteur, confirmés par les expériences de Schultze, de Schwann, de Milne-Edwards, et les observations des Payen, des Quatrefages et des Dumas. Or notre globe n'a pas toujours été dans l'état où nous le voyons. La géologie et la géogénie ont reconstitué son histoire, laquelle se relie à la cosmogonie générale. Primitivement petit soleil, issu, mais dans une proportion relativement infime, de la même nébuleuse que le grand Soleil qui aujourd'hui l'éclaire, l'échauffe et la vivifie, la Terre lumineuse et resplendissante s'est refroidie dans un délai comparativement court, en raison même de l'exiguité proportionnelle de ses dimensions. Durant de longs siècles, elle a roulé dans les cieux, étoile éteinte, mais trop brûlante encore pour que la vie pût prendre pied à sa surface; puis, à la suite des innombrables précipitations atmosphériques qui, peu à peu, rafraîchirent la croûte solide toute pénétrée encore de la chaleur du foyer intérieur, la vie commença à s'implanter sur elle sous la forme des premiers végétaux, ensuite des premiers animaux. Voilà ce que révèle la science de nos jours. La vie a donc eu un com-

(1) Cf. H. Faye, de l'Institut, *Sur l'origine du monde,* 2e éd., pp. 198 et suiv., et chap. XIII, 1885, Paris, Gauthier-Villars. — La proportion des étoiles tout à fait blanches, telles que Sirius, Altaïr (α) de l'Aigle, Véga (α) de la Lyre, est de 60 p. c. du nombre total des étoiles; celle des étoiles jaunes, telles que notre Soleil, Aldébaran du Taureau, Arcturus du Bouvier, est de 35 p. c. Ce sont les étoiles qui, de la pleine force de l'âge, commencent à passer aux premiers symptômes du déclin. Avec les étoiles blanches, elles forment donc 95 p. c. du total. Il reste les étoiles rougeâtres, comme Bételgeuse d'Orion, α d'Hercule, etc., et les étoiles d'éclat variable, dont l'état accuse une fin prochaine; leur proportion est de 5 p. c. seulement, sur l'ensemble. Tout le reste, soit l'immense majorité, est encore à l'état de pleine maturité ou commence seulement à s'en éloigner.

mencement sur notre sphéroïde ; et ce commencement ni n'a été fortuit ni n'a pu être spontané, de l'aveu même, implicite et involontaire, il est vrai, de l'un des pontifes de la science matérialiste et athée, le professeur Haeckel, d'Iéna ; car d'après lui il faut, si l'on repousse la génération spontanée, admettre le miracle (1). Pareillement elle y aura une fin, et même bien des milliards de siècles, probablement, avant que l'ensemble de l'univers atteigne l'état limite d'équilibre final signalé tout à l'heure ; car, bien longtemps auparavant, dans vingt ou trente millions d'années au plus, notre Soleil encroûté et refroidi aura cessé d'envoyer à la Terre la somme de chaleur nécessaire pour la vivifier ; bien avant même ce refroidissement de l'astre qui nous éclaire, notre sphéroïde aura cessé d'être habitable pour l'homme et les grands mammifères, du fait de l'arasement des continents et des îles au niveau de l'océan, par suite de l'érosion, sur leurs rives, de la mer, et surtout des cours d'eau (2).

Ainsi l'ensemble de l'univers n'a pas toujours existé, et il ne subsistera pas toujours ; ainsi la vie n'est apparue sur notre globe que longtemps après sa formation, et elle disparaîtra avant qu'il ne disparaisse lui-même ; enfin, de l'aveu même d'un des princes de la science athée, il n'y a pas de milieu, pour expliquer l'origine de la vie sur la Terre, entre l'intervention divine, l'action créatrice, et la

(1) Ce fougueux champion de la théorie des effets sans cause soutient, on ne l'ignore pas, la génération spontanée envers et contre tout, en dépit de toute expérience contraire, parce que " qui ne croit pas à la génération spontanée admet le miracle. „ La génération spontanée " est une hypothèse nécessaire, et qu'on ne saurait ruiner par des arguments à priori *ni par des expériences de laboratoire.* „ (Discours prononcé à Paris, le 29 août 1878, et cité par M. Émile Ferrière dans un méchant opuscule intitulé : *Le Darwinisme.)* " Qui ne croit pas à la génération spontanée admet le miracle „, c'est-à-dire l'intervention divine ; et le professeur d'Iéna préfère tomber dans l'absurde plutôt que de reconnaître cette intervention. Son aveu involontaire n'en est pas moins bon à retenir.

(2) M. de Lapparent, *La Destinée de la terre ferme et la durée des temps géologiques*, mémoire lu au Congrès scientifique international des catholiques, session de 1891, et reproduit par la REVUE DES QUEST. SCIENT. de juillet, même année.

génération fortuite, spontanée, sans cause, aussi bien renversée par la raison et le bon sens que par l'expérience et l'observation scientifique (1).

De ces diverses conclusions, déduites par le raisonnement scientifique de faits scientifiquement observés, les unes sont rigoureusement établies et d'une certitude telle qu'il est impossible de les combattre sans tomber dans l'absurde. Ainsi de la non-éternité de l'univers, ainsi de l'apparition de la vie sur le globe, et celle-ci à une époque relativement récente si on la compare aux durées qui l'avaient précédée. Les autres, sans offrir un degré de certitude absolue, revêtent cependant des caractères de vraisemblance assez grands pour équivaloir à ce qui, dans les habitudes courantes, est considéré comme assuré ou tout au moins très probable.

(1) On a bien essayé d'expliquer l'apparition de la vie sur la terre par la chute de germes plus ou moins uniformément répandus dans les espaces intersidéraux. Un savant allemand, M. J. Scheiner, astronome à l'observatoire de Postdam, a publié là-dessus, dans la revue *Himmel und Erde,* un mémoire dont le journal l'*Astronomie* a donné une traduction abrégée, dans sa livraison de juin 1891. Mais cette explication n'explique rien et d'ailleurs ne supporte pas l'examen. Elle n'explique rien : car, en admettant la supposition, absolument irréalisable, nous verrons pourquoi, de germes vitaux répandus dans l'espace et qui viendraient éclore sur les planètes, encore faudrait-il expliquer d'où viennent ces germes et comment ils se trouvent là, l'auteur constatant lui-même que l'univers n'a pas toujours existé. Nous disons en outre qu'une telle hypothèse ne supporte pas l'examen. En effet, le froid des espaces intra-stellaires en dehors de la sphère d'action échauffante de chacun d'eux est représenté par — 270° ou — 273° C. C'est ce qu'on appelle le zéro absolu. Dans un tel milieu, tout corpuscule vivant, tout être organisé serait fatalement tué, si même ses éléments n'étaient, sous l'empire de ce froid excessif, dissociés comme sous l'action des hautes températures. De plus, au zéro absolu, correspond, en thermodynamique, la cessation complète des mouvements moléculaires. Les écoles matérialistes ne peuvent donc expliquer la formation de cellules ou de germes vivants par rencontres fortuites d'atomes dans les espaces intra-stellaires, puisque ces atomes n'y auraient point de mouvement. Enfin, par cela même qu'ils seraient organisés ou capables d'être animés, ces germes, si ténus qu'on les suppose, seraient pondérables. Or, d'après Hirn et M. Faye, s'appuyant sur des calculs rigoureux, il est impossible d'admettre l'existence d'une matière pondérable quelconque, si raréfiée soit-elle, comme milieu interplanétaire ; il en résulterait, dans les mouvements des planètes, une perturbation telle que le rayon de leurs orbites en serait progressivement diminué, ce qui amènerait finalement leur chute dans le Soleil. — Ainsi donc, à aucun point de vue, la réalité d'une sorte de panspermisme ntersidéral ne peut être admise un seul instant.

L'extinction, par exemple, de la vie sur la Terre par le froid, forme la conclusion du magistral *Traité de géologie* de M. de Lapparent, publié pour la première fois en 1883 et déjà devenu classique (1). « Le progrès de l'émersion des terres boréales, lit-on à la dernière page, paraît destiné à étendre de proche en proche l'influence des glaces polaires. Le Soleil, dont la condensation est déjà très avancée, ne trouvera bientôt (2) plus, dans le rétrécissement de son diamètre, une source suffisante pour l'entretien de sa chaleur ; et, à sa surface, apparaîtront de larges taches, destinées à se transformer en une écorce obscure. Le jour où l'extinction de l'astre central sera consommée, nulle réaction physique ou physiologique ne pourra plus s'accomplir sur notre Terre, alors réduite à la température de l'espace et à la seule lumière des étoiles. Mais peut-être, avant d'en arriver là, aura-t-elle déjà perdu ses océans et son atmosphère, absorbés par les pores et les fissures d'une écorce dont l'épaisseur doit s'accroître chaque jour. »

Avant même d'être réduite à la condition d'astre mort par l'absorption à l'intérieur de son atmosphère et de ses eaux, notre globe, on l'a indiqué plus haut, sera déjà devenu un séjour inhabitable pour l'homme et les autres représentants de la vie terrestre, par le ravalement des montagnes, des plateaux et des moindres rivages, au niveau même des mers. On connaît la surface des terres, îles et continents, émergés au-dessus de l'océan ; on a pu, par la comparaison de leurs diverses altitudes, calculer leur volume. On est parvenu enfin à déterminer, d'une

(1) Une 3e édition de ce magistral ouvrage est actuellement en cours de publication.

(2) Ce mot « bientôt » doit être entendu dans le sens géologique, ou mieux encore cosmogonique, non pas dans l'acception qu'il a relativement aux fugitifs instants de l'éphémère vie humaine. « Bientôt » est ici relatif aux milliers de milliers de siècles qui ont dû s'écouler depuis que les premières nébuleuses ont commencé à émettre dans le vide ténébreux des lueurs naissantes, jusqu'au complet achèvement de la constitution de notre système solaire, couronnée par l'apparition de l'homme sur la terre.

manière suffisamment approximative, la portion de ce volume qui, chaque année, par l'action des eaux pluviales, des glaciers, des torrents et des fleuves, comme par l'érosion des mers contre les côtes, est entraînée au fond de celles-ci. De là il n'y a qu'un pas à préciser le nombre d'années nécessaire pour que, d'après la manière dont les choses se passent sous nos yeux, et en supposant qu'aucun changement important n'intervienne dans la marche de l'univers, le globe terrestre soit réduit à l'état d'une grande lagune sphérique, où partout le sol serait mélangé avec l'eau, réalisant la plaisante prédiction d'Alfred de Musset qui, sans nul doute, ne se croyait pas si bon prophète :

> Et le globe rasé, sans barbe ni cheveux,
> Comme un grand potiron roulera dans les cieux (1).

Ce nombre d'années serait de quatre millions et demi environ. La surface totale des terres émergées étant de 145 000 000 de kilomètres carrés ; leur altitude moyenne, d'après les calculs de MM. John Murray, Penck, Tillo, etc., équivalant à un plateau de 700 mètres de hauteur supramarine; enfin la différence de niveau entre le plateau moyen abaissé et la surface de l'eau exhaussée, étant *annuellement* de 153 millièmes de millimètre; — on aura le nombre d'années cherché en divisant 700 par la fraction $0^m.000\,153$, soit 4 575 000 ans (2), ou, plus simplement, quatre millions et demi d'années.

Il importe de noter que ce chiffre a été calculé dans des conditions qui en font, non pas une donnée ferme, mais bien un maximum. En sorte qu'il ne serait pas exact d'assigner à l'anéantissement fatal des continents actuels un

(1) *Poésies nouvelles.* Dupont et Durand.

(2) Cf. le mémoire cité plus haut de M. de Lapparent. La couche solide enlevée annuellement au plateau moyen uniforme de 145 000 000 k^2., est évaluée par les savants susnommés à onze centièmes de millimètre ($0^m.00011$). En s'étalant sur le fond des mers, beaucoup plus vaste que la surface des continents, cette couche l'exhausse de 11 252 de millimètre seulement. La somme de ces deux fractions donne le chiffre des $0^m.000\,153$ mentionné ci-dessus.

délai fixe de quatre millions ou quatre millions et demi d'années; mais il faut dire que, dans l'hypothèse où les choses continueraient à se passer comme elles se passent actuellement, quatre millions et demi d'années ne se passeront pas sans que cet arasement du sol au niveau des mers ne soit réalisé, pouvant d'ailleurs l'être plus tôt.

Cette uniformité des phénomènes actuels se maintiendra-t-elle durant de semblables séries de siècles? La science, croyons-nous, n'a, jusqu'ici, aucun moyen de le pressentir. Mais, en dehors du champ des prévisions, il y a celui des possibilités ; rien n'oblige, sans doute, à présager celles-ci, mais rien non plus n'empêche scientifiquement de les reconnaître. Un savant, qu'il ne faudrait pas suivre toujours dans les envolées de sa riche et féconde imagination, mais dont on ne saurait d'ailleurs méconnaître le mérite quand il se borne à faire de la science pure, envisage, dans une revue, l'éventualité de la fin du monde (de notre monde terrestre) *par accident*.

« La Terre, dit-il, n'a pas cent mille ans (1), et elle peut vivre des millions d'années. Mais aussi, elle pourrait bien mourir d'accident. » Et il énumère dix ou douze variétés d'accidents destructeurs possibles, quoique de vraisemblance inégale; on pourrait les classer comme étant, les uns d'ordre intérieur ou tellurique, les autres d'ordre extérieur ou cosmique. La perte de l'oxygène de notre atmosphère ou de cette atmosphère tout entière, l'éclate-

(1) Il y a ici une erreur ; le chiffre de cent mille ans est trop fort ou trop faible. Trop fort, si l'auteur veut parler de la Terre en tant qu'habitée par l'homme. Les plus récentes supputations, faites par des savants de divers pays et sur des données différentes, tendent de plus en plus à réduire à un délai de douze à quinze mille ans au maximum la dernière grande extension des glaciers quaternaires, contemporaine de l'apparition de l'homme. D'autre part, s'il s'agit de la Terre considérée à partir de l'époque où les premières manifestations de la vie s'y sont produites, ce n'est pas de *cent mille* ans, mais de *cent millions* d'années qu'il faudrait parler. (Cf. De Lapparent, mémoire cité.) Il faudrait dire alors : « La Terre n'a pas un million de siècles et elle peut vivre des millions d'années. »

ment de la croûte terrestre sous une poussée gigantesque du feu intérieur ou son effondrement en un immense tremblement de terre, l'affaissement des continents sous l'océan recouvrant les terres émergées d'un nouveau déluge universel, voilà autant d'accidents d'ordre tellurique et regardés comme possibles. sinon comme vraisemblables, par notre savant. Or, un seul d'entre eux suffirait pour détruire ou transformer notre planète, en tout cas pour faire disparaître toute trace de vie sur elle.

Dans l'ordre cosmique, il en est bien d'autres encore.

Personne n'ignore que notre Soleil n'occupe pas un point fixe de l'espace. Comme toutes les étoiles brillantes par elles-mêmes, c'est-à-dire comme tous les autres soleils, il est animé d'un mouvement propre, dans lequel il entraîne tout son cortège de planètes, de satellites et d'astéroïdes. Il est absolument probable que sa trajectoire est une courbe fermée, une ellipse plus ou moins rapprochée du cercle; mais on en ignore le centre. Et même les astronomes n'ont pas encore pu déterminer la courbure de cette trajectoire; si vaste, si immense est la longueur de son rayon, que la portion d'arc qu'on en a pu mesurer ne diffère pas encore, suivant nos moyens d'investigation, d'une ligne droite. Tout ce qu'on peut savoir jusqu'ici, c'est que l'astre qui est pour nous l'astre-roi se dirige actuellement vers un point situé un peu au nord de l'étoile λ de la constellation d'Hercule (en 1800, AR. $= 260° 58', 8$, ou $17^h\ 23^m\ 55^s, 2$; DB. $= 31°\ 17^m, 3$) (1).

Il résulte de là que, depuis l'origine, les planètes, la Terre comprise, n'ont pas, dans leurs révolutions autour du Soleil, repassé deux fois par le même chemin. Elles décrivent, sous les apparences de courbes fermées, en

(1) D'après Argelander. Le même savant, confirmant et développant les données fournies par Herschell, estime que la vitesse de translation du Soleil dans l'espace est au moins égale à la vitesse de la Terre dans son mouvement de révolution autour du Soleil. *(Cours d'astronomie* de Ch. Delaunay et Alb. Lévy, 6e éd., p. 629.) On sait que cette dernière n'est pas inférieure à 106 000 kilomètres à l'heure.

réalité une série de tours de spire, écartés les uns des autres de tout le chemin parcouru, durant chaque révolution de la planète, par le Soleil dans son mouvement de translation. Bien des rencontres, pendant ce voyage à travers les immensités de l'espace et de la durée, sont donc possibles entre notre globe et tel ou tel objet sidéral circulant avec une vitesse plus ou moins grande ou de sens différent; chacune de ces rencontres pourrait amener la fin de notre planète sous une forme ou sous une autre. Par exemple le choc contre un globe de masse égale ou supérieure, fût-il obscur, produirait un dégagement de chaleur suffisant pour la volatiliser; si ce globe était un soleil incandescent, il la consumerait avant même le contact. La rencontre d'un essaim d'uranolithes, ou d'une très grande comète à noyau solide ou composée de gaz délétères, ou d'une nébuleuse formée de particules embrasées, ou d'un amas cosmique quelconque, suffirait à déterminer sur notre Terre des commotions violentes capables soit de l'anéantir, soit d'y détruire la vie en révolutionnant complètement sa constitution physique (1).

Intrinsèquement parlant, ces rencontres sont peu probables, par la raison que voici. Aucun corps n'est immobile dans l'espace. Lors donc que deux corps, de masses et de volumes égaux ou inégaux mais non disproportionnés, s'approchent simultanément d'un possible point de rencontre, la plus grande somme des chances est pour que leur attraction mutuelle soit en partie neutralisée et résolue dans leur résultante avec leur mouvement propre : l'effet produit serait alors le changement de direction de l'orbite, soit des deux corps si leurs masses n'étaient pas très différentes, soit du plus faible seulement dans le cas contraire. C'est ainsi qu'en 1770 la comète de Lexel, s'étant trouvée sur le passage de Jupiter, a vu le cours de sa trajectoire complètement changé sans qu'au-

(1) Cf. *L'Astronomie*, revue mensuelle, n^os^ de novembre 1892 et suiv., C. Flammarion.

cune perturbation ait été constatée, même dans les mouvements des satellites de la grosse planète. Des rencontres de ce genre, quand il s'agit d'une petite comète surtout, peuvent n'apporter aucun trouble sur la planète rencontrée. Par exemple, la comète de Biéla, après avoir, en 1832 (29 octobre), coupé l'orbite terrestre sur un point que la Terre n'a atteint que le 30 novembre suivant; après s'être, à son retour en 1846, divisée en deux fragments, nous a vraiment rencontrés le 27 novembre 1872, mais entièrement morcelée et désagrégée, et ne manifestant sa présence que sous la forme d'une multitude d'étoiles filantes qu'on n'a pas évaluées à moins de cent soixante mille. Nouvelle rencontre encore le 27 novembre 1886; mais cette fois la pluie d'étoiles filantes était moins riche que la première, un grand nombre de débris cométaires s'étant sans doute égrenés le long de leur route. Également, dans la matinée du 30 juin 1861, d'après les calculs des astronomes, la Terre a dû être plongée, sans même qu'on s'en soit aperçu, dans les derniers effluves de la queue de la grande comète de cette époque.

Mais toutes rencontres de comètes ne sont pas nécessairement inoffensives. D'ailleurs les chocs contre un objet sidéral solide, pour être peu probables par la raison donnée plus haut, ne sont cependant pas impossibles, comme on le verra plus loin. Quant aux comètes, s'il en est dont le noyau transparent semble être gazeux comme leur chevelure et leur queue, c'est-à-dire comme leur atmosphère, il en est d'autres dont le noyau se révèle comme un corps solide ou une agrégation de corpuscules de volumes divers. Si l'une de ces comètes venait à rencontrer la Terre, animée de même vitesse et en sens contraire, Laplace a calculé que l'axe de la Terre serait brusquement changé, et que les mers abandonneraient leur lit actuel pour se précipiter violemment sur le nouvel équateur, détruisant tout sur leur passage.

On peut aussi supposer, sans invraisemblance, la ren-

contre de la Terre avec une comète du genre de celle de 1811. On sait que la tête de cet astre extraordinaire ne mesurait pas moins de dix-huit cent mille kilomètres de diamètre, soit plus de 140 fois le diamètre moyen de la Terre (12 742^{k}), et que sa queue occupait une longueur de 176 millions de kilomètres, près de cinq fois (4,75) le rayon de l'orbite terrestre. La vitesse d'une pareille comète dans le voisinage de la Terre serait de 150 000 kilomètres à l'heure, tandis que la vitesse de la Terre dans le même temps est de 106 000 kilomètres. Si notre globe rencontrait une pareille comète se dirigeant en sens exactement contraire, le choc serait donné par la somme de ces deux vitesses, correspondant à 71 110 mètres par seconde. Dans l'hypothèse la plus favorable, celle d'un noyau gazeux de densité très faible et dont la résistance serait nulle, la Terre n'emploierait pas moins de sept heures ($6^{h}57^{m}$) pour le traverser avec cette vitesse plus que vertigineuse, laquelle se compliquerait encore du mouvement de rotation de notre planète sur elle-même. La première conséquence de cette immersion dans le fluide cométaire serait une élévation de température suffisante pour enflammer notre atmosphère, et cet incendie colossal « serait précédé, dit M. C. Flammarion, de la plus gigantesque averse d'étoiles filantes et de bolides qu'on ait jamais vue » (1). Que serait-ce si le noyau, au lieu d'être à l'état de gaz d'une ténuité extrême, était solide ou composé d'un amas d'uranolithes massifs et plus ou moins volumineux! Mais, même avec un noyau fluide, pendant sept heures consécutives, ou même davantage, car nous avons supposé nulle la résistance de ce fluide et elle ne le serait pas, pendant plus de sept heures consécutives il y aurait transformation incessante de mouvement en chaleur. Tout flamberait, tout se consumerait; il y aurait fin du monde terrestre par le feu. Le même mode de dénouement se réaliserait par

(1) *Loc. cit.*, décembre 1892.

d'autres rencontres que celle d'une comète, par celle d'une nébuleuse, d'une nuée cosmique, voire d'un globe volumineux, planète errante, soleil éteint ou même brillant. D'ailleurs un tel incendie cosmique ne serait pas sans exemple dans les profondeurs des espaces intersidéraux.

L'an dernier, dans les premiers jours de février, l'apparition d'une étoile nouvelle fut signalée dans la constellation du Cocher, à environ deux degrés au sud de l'étoile $\varkappa$ de cette constellation, par $5^h 25^m 4^s$ d'ascension droite et $30°21'$ de déclinaison boréale. Elle était de cinquième grandeur et demie (1). On l'a retrouvée ensuite sur des clichés photographiques antérieurs, et l'on a pu constater qu'au commencement de novembre 1891 elle était inférieure à la onzième grandeur. Depuis lors son éclat a progressé jusqu'à atteindre, au 20 janvier, tout près de la quatrième grandeur (4,2), en oscillant autour de la cinquième. Puis elle a décru peu à peu jusqu'à descendre, en fin avril 1892, à la quinzième grandeur (2), et enfin à la seizième. Son maximum d'éclat, la rendant visible à l'œil nu, avait duré seulement trois mois, du 7 décembre 1891 au 6 mars suivant environ. On a conclu de ces variations d'éclat que, pendant la durée du maximum, cet astre avait été *cinquante mille fois plus lumineux* qu'au commencement et à la fin de son apparition.

Un phénomène tout à fait semblable a été constaté en 1876 pour une étoile temporaire observée dans la constellation du Cygne et, en 1866, pour un astre également transitoire apparu dans la Couronne boréale.

C'étaient là d'immenses incendies célestes. Comment se sont-ils allumés?

Plusieurs explications sont plausibles.

Un bolide gigantesque, planète courant aux dernières limites de la sphère d'attraction de son soleil, ou même quelque soleil éteint, vient à traverser un nuage cosmique,

(1) Cf. *L'Astronomie*, mars 1892, p. 93. — *Rev. des quest. scient.*, avril 1892, pp. 670-676; avril 1893, pp. 650-664.

(2) *L'Astronomie*, juin 1892, p. 225.

une de ces nébuleuses vagues, informes encore, dont les centres d'attraction sont jusqu'à présent peu énergiques; aussitôt les particules de la nuée, violemment attirées, se précipitent avec des vitesses croissantes à la rencontre du bolide et y déterminent bientôt une conflagration générale. Ou bien encore deux corps semblables s'entrechoquent avec une force représentée par le total de leurs vitesses respectives. Dans l'un ou l'autre cas, en ce qui concerne l'étoile temporaire du Cocher, les données fournies par l'analyse spectrale ont permis de calculer que les deux corps, bolide et nuée cosmique, ou bolide contre bolide, se sont heurtés avec la vitesse effroyable de 900 kilomètres par seconde (1).

On pourrait encore admettre, d'après M. Huggins, le rapprochement, sans rencontre proprement dite, de deux soleils relativement faibles, se mettant à tourner autour de leur commun centre de gravité et exerçant l'un sur l'autre une attraction violente, provoquant sur tous les deux des éruptions gigantesques et beaucoup plus considérables que celles que nous observons sur notre Soleil; ces éruptions, lançant tout autour de chacun des deux astres des flammes énormes, les aurait enveloppés d'un immense incendie. Il est clair que l'explication serait également valable dans le cas où, les deux astres se mettant, par suite de leur rapprochement, à graviter l'un autour de l'autre, l'un seulement serait un soleil, l'autre étant un corps opaque. Enfin un résultat analogue arriverait pour notre Terre si la rencontre avait lieu entre notre propre Soleil et un autre astre de masse égale ou approchée, ou un nuage cosmique; ou si, d'une manière plus générale, par une cause cosmique quelconque, le Soleil qui nous éclaire et retient la Terre dans son orbite venait à voir sa température s'élever en quelques semaines à cinquante mille fois ce qu'elle est aujourd'hui. Toute vie

(1) *Ibid.*, janvier 1893.

serait consumée sur la Terre ; les eaux des mers, mises en ébullition, s'élanceraient dans l'atmosphère en vapeurs brûlantes ; l'atmosphère elle-même ne serait-elle pas exposée à s'enflammer ?

De toute manière, ce serait la fin de notre monde par le feu.

Depuis Hipparque, c'est-à-dire depuis plus de deux mille ans, il a été observé vingt-cinq de ces étoiles nouvelles paraissant tout à coup, augmentant puis diminuant d'éclat, ou même finissant par disparaître. Il a dû, très probablement, se produire un certain nombre d'autres phénomènes semblables qui n'ont pas été observés. Le fait, relativement assez fréquent, de ces apparitions prouve la possibilité pour notre globe de devenir, lui aussi, à un moment donné de sa durée, soit une étoile temporaire dans le ciel, soit la victime, par combustion, d'un échauffement excessif du Soleil. En l'un et l'autre cas, sa fin pourrait arriver à une époque quelconque, bien avant, par conséquent, les quatre ou cinq millions d'années au cours desquelles les continents et autres terres émergées doivent se trouver ravalés au niveau de l'océan.

Nous ne poursuivrons pas plus loin la série des conjectures scientifiques sur les causes *possibles* de la fin de notre monde par accident. Ce qui en a été examiné suffit largement au dessein que nous nous sommes proposé en abordant cette étude.

II

PRÉVISIONS TIRÉES DE L'ÉCRITURE SAINTE.

Après avoir passé en revue : 1° ce que la science contemporaine affirme avec certitude ; 2° ce qu'elle pressent comme probable pour un avenir plus ou moins lointain et en concluant à ce qui doit arriver de ce qui se passe actuellement sous ses yeux ; 3° enfin ce qu'elle con-

sidère comme possible sans pouvoir l'annoncer, sans même le regarder comme probable ; — il ne sera pas sans intérêt de se placer sur un terrain différent et d'examiner ce que l'Écriture sainte nous révèle en ce qui concerne la fin des temps.

A prendre certains textes au pied de la lettre, on pourrait croire que les prophètes mêmes de l'Ancien Testament ont eu comme une vue des phénomènes qui s'accompliront aux derniers jours du monde actuel.

« Poussez des hurlements, s'écrie Isaïe, parce que le jour du Seigneur est proche : le Seigneur viendra pour tout perdre... Voici que va venir le jour du Seigneur, cruel, plein d'indignation, de colère et de fureur, pour faire de la terre une solitude et pour en réduire les pécheurs en poussière. Parce que les étoiles du ciel et leur splendeur ne répandront plus leur lumière ; le soleil à son lever s'est couvert de ténèbres et la lune n'éclairera plus... J'ébranlerai le ciel même ; la terre sera changée de place à cause de l'indignation du Seigneur des armées et du jour de son extrême colère » (1).

Un siècle et demi plus tard, Ézéchiel, menaçant le Pharaon d'Égypte, employait un langage analogue : « A ta mort, j'obscurcirai le ciel et j'en noircirai les étoiles : je couvrirai le soleil d'une nuée et la lune ne donnera plus sa lumière. Je ferai s'affliger sur toi tous les flambeaux du ciel, et je couvrirai la terre de ténèbres... » (2).

Joel, s'adressant au peuple de Juda, ne parlait pas

(1) Ululate quia prope est dies Domini : quasi vastitas à Domino veniet.... Ecce dies Domini veniet, crudelis et indignationis plenus, et irae, furorisque ad ponendam terram in solitudinem, et peccatores ejus conterendos de ea. Quoniam stellae coeli et splendor eorum non expandent lumen suum : obtenebratus est sol in ortu suo, et luna non splendebit in lumine suo... Super hoc coelum turbabo : et movebitur terra de loco suo propter indignationem Domini exercituum, et propter diem irae furoris ejus. *Is.*, XIII, 6, 9, 10, 13.

(2) Et operiam, cum extinctus fueris, coelum, et nigrescere faciam stellas ejus. Solem nube tegam et luna non dabit lumen tuum. Omnia luminaria coeli moerere faciam super te : et dabo tenebras super terram tuam. *Ezech.*, XXXII, 7, 8.

autrement : « La terre a tremblé ; les cieux ont été ébranlés ; le soleil et la lune ont été enténébrés, et la splendeur des étoiles s'est éclipsée... Je ferai paraître des prodiges dans le ciel et sur la terre, du sang et du feu, des vapeurs et des fumées. Le soleil sera changé en ténèbres et la lune en sang avant que vienne le grand et terrible jour du Seigneur » (1). Plus loin il revient à la charge : « Le soleil et la lune se sont couverts de ténèbres et les étoiles ont perdu leur lumière » (2).

Or ces diverses prédictions, dont l'histoire a vérifié l'exactitude, concernaient des personnages qui ont vécu et des faits qui se sont déroulés antérieurement à la venue du Christ. L'obscurcissement du soleil, de la lune et des étoiles, l'ébranlement de la terre et du ciel et autres annonces de cataclysmes analogues, ne doivent être pris, d'après plusieurs commentateurs, que dans un sens métaphorique, ou mieux, allégorique exclusivement ; ce sont les images des grandes commotions sociales et politiques qui menaçaient, dans la bouche d'Isaïe, Babylone et ses souverains, dans celle d'Ézéchiel, le pharaon égyptien, et le peuple de Juda par les paroles de Joël. Il n'y aurait pas, dès lors, à s'en préoccuper quant aux prévisions relatives à la fin des temps.

Toutefois, il est des interprètes aux yeux de qui ces allégories, ces métaphores violentes, pourraient avoir, en outre de leur signification symbolique concernant des événements relativement prochains, un sens plus direct, applicable aux derniers jours. Ainsi M. l'abbé Vigouroux, dans les notes dont il a enrichi la nouvelle édition de la Bible française de l'abbé Glaire, fait remarquer, à l'occa-

(1) A facie ejus contremuit terra : moti sunt coeli, sol et luna obtenebrati sunt, et stellae retraxerunt splendorem suum.. Et dabo prodigia in coelo et in terra, sanguinem et ignem, et vaporem fumi. Sol convertetur in tenebras et luna in sanguinem, antequam veniat dies Domini magnus et horribilis. *Joel.*, II, 10, 30, 31. Cf. etiam III, 15 et 16.

(2) Sol et luna obtenebrati sunt, et stellae retraxerunt splendorem suum. *Ibid.*, III, 15.

sion du verset 10e au chapitre XIII d'Isaïe (obscurcissement des étoiles, du soleil et de la lune), que « des signes semblables doivent précéder le dernier avènement de Jésus-Christ, qui viendra frapper d'anathème les réprouvés représentés par cette Babylone impie, » objet des menaces du prophète. Et il renvoie, à ce propos, aux chapitres XXIV de saint Matthieu, verset 29, et XIII de saint Marc, versets 24 et 25, où sont employées les mêmes menaces, presque dans les mêmes termes, et renforcées par d'autres encore :

« Aussitôt après la tribulation de ces jours, » dit saint Matthieu, « le soleil sera obscurci, et la lune ne donnera point de lumière, et les étoiles tomberont du ciel, et les puissances des cieux seront ébranlées. »

Statim autem, post tribulationem dierum illorum, sol obscurabitur, et luna non dabit lumen suum, et stellae cadent de coelo, et virtutes coelorum commovebuntur.

Saint Marc n'est pas moins explicite :

In illis diebus, post tribulationem illam sol contenebrabitur, et luna non dabit splendorem suum.

Et stellae coeli erunt decidentes, et virtutes, quae in coelis sunt, movebuntur.

Si ces paroles de Notre-Seigneur, rapportées par les deux premiers évangélistes, ont quelque application à ce qui se passera aux approches de son dernier avènement en ce monde, on ne voit pas pourquoi il n'en serait pas de même de celles, presque identiques, que Dieu avait mises dans la bouche des prophètes de l'ancienne loi.

Ce ne sont pas, du reste, les seules calamités que Jésus-Christ ait prédites devant ses disciples. Sans parler de celles d'ordre spirituel et moral, qui rentrent moins dans notre sujet, des guerres, des pestes, des famines, des tremblements de terre sont annoncés comme étant « le commencement des douleurs, *initia dolorum* » (1).

(1) Consurget enim gens in gentem, et regnum in regnum ; et erunt pestilentiae, et fames, et terraemotus per loca. — Haec autem omnia initia sunt dolorum. *Matth.*, XXIV, 7 et 8.

De plus, « il y aura des signes dans le soleil, la lune et les étoiles ; et sur la terre les nations seront dans la détresse à cause du bruit effroyable de la mer et des flots. Et les hommes sécheront de frayeur dans l'attente de ce qui doit arriver dans tout l'univers, car les forces, *virtutes*, des cieux seront ébranlées » (1).

On n'ignore pas que ces prédictions sinistres, Jésus les a formulées à la veille de sa passion et à l'occasion de l'annonce de la destruction de Jérusalem. La plupart des commentateurs, croyons-nous, estiment que, dans le discours y relatif adressé aux disciples, certaines parties se rapportent en effet à la ruine de Jérusalem, consommée moins d'un demi-siècle plus tard, mais que d'autres, telles notamment que celles qui viennent d'être rappelées, concernent la fin des temps.

Comment concevoir que l'obscurcissement des astres, les chutes d'étoiles, l'ébranlement des « vertus » des cieux, ne concernent pas la fin des temps, quand, immédiatement après les avoir annoncées, Notre-Seigneur ajoute :

« Alors on verra le Fils de l'homme venant dans les nuées avec une grande puissance et une grande gloire. Alors aussi il enverra ses anges, et il rassemblera ses élus, des quatre vents, de l'extrémité de la terre jusqu'à l'extrémité du ciel » (2).

Il est cependant des interprètes, et non des moins autorisés, qui veulent que la totalité du discours de Jésus à ses disciples concerne exclusivement la ruine de Jérusalem et la destruction du peuple juif en tant que corps de nation. D'après cette interprétation, qui est celle du R. P.

(1) Et erunt signa in sole, et luna et stellis, et in terris pressura gentium prae confusione sonitus maris et fluctuum. — Arescentibus hominibus prae timore, et expectatione, quae supervenient universo orbi : nam virtutes coelorum movebuntur. *Luc.*, XXI, 25 et 26. — Cf. abbé Thomas, *Le Règne du Christ, l'Église militante et les derniers temps*, liv. VIe, chap. VII.

(2) Et tunc videbunt Filium hominis venientem in nubibus cum virtute magna et gloria. — Et tunc mittet angelos suos et congregabit electos suos a quatuor ventis, a summo terrae usque ad summum coeli. *Marc.*, XIII, 26 et 27. — Cf. etiam *Matth.*, XXIV, 30, 31 ; *Luc.*, XXI, 27, 28.

Corluy (1), et aussi, non d'ailleurs sans quelque hésitation, celle de feu le savant abbé Bacuez (2), il faudrait prendre les annonces de cataclysmes exclusivement dans le sens allégorique ; l'apparition du Fils de l'homme, arrivant sur les nuées avec une grande puissance et une grande majesté, *cum virtute magna et majestate,* serait également symbolique et signifierait la prochaine expansion de l'Église ; l'envoi des anges avec des trompettes rassemblant les élus des quatre vents du ciel — *et mittet angelos suos cum tuba et voce magna, et congregabunt electos,* etc. (Matth., XXIV, 30, 31.) — serait une allusion aux apôtres envoyés par toute la terre pour annoncer l'évangile et amener à Dieu les âmes dociles ; car s'il s'agissait ici du dernier jugement, disent les partisans de cette interprétation, ce ne seraient pas les élus seulement, mais tous les hommes bons et mauvais qui seraient rassemblés (3). La preuve que la prédiction de Notre-Seigneur s'appliquait exclusivement à la prochaine destruction de Jérusalem et du temple et à la dispersion des Juifs, est, selon eux, dans cette conclusion du discours du divin Maître, rapportée par chacun des trois synoptiques : « En vérité, je vous le dis : cette génération ne passera point que *toutes ces choses,* πάντα ταῦτα, ne s'accomplissent » (*Matth.,* XXIV, 34 ; *Marc.*, XIII, 30 ; *Luc.*, XXI, 32) (4).

On pourrait objecter, ce semble, que *generatio haec* ne signifie pas nécessairement les seules personnes qui vivaient en même temps que Notre-Seigneur Jésus-Christ. « Cette génération » peut s'entendre soit de l'humanité tout entière, soit du peuple juif. Le texte grec porte : ἡ γενεὰ αὕτη ; or γενεά signifie aussi bien *race, lignée, descen-*

(1) *Dictionn. apologét.* de l'abbé Jaugey, art. *Fin du monde.*

(2) *Manuel biblique*, t. III, § 261. Ce paragraphe semble contradictoire avec le 251e, où trois interprétations différentes exposées admettent toutes que, tout en prédisant la ruine de Jérusalem et du temple, Notre-Seigneur faisait aussi allusion à la fin du monde et à son dernier avènement.

(3) L. Bacuez, *Manuel biblique, Noureau Testament*, 2e éd.. t. III, § 261.

(4) Corluy, *Dictionn. apologét.*, loc. cit.

dance, que génération contemporaine. Prétendre qu'on ne peut admettre que Jésus ait affecté ce sens à ces paroles parce que c'eût été parler pour ne rien dire, ne nous paraît pas un argument bien convaincant : les prophéties sont toujours entourées d'un certain mystère, d'une certaine obscurité. Ne voulant donner aucun indice qui permît de suspecter l'époque probable de la fin des temps, puisqu'il ajoutait à ce sujet : « Pour ce jour et cette heure, personne ne les connaît, pas même les anges du ciel, si ce n'est mon Père seul (1), Notre-Seigneur pourrait fort bien, ce semble, employer une expression devant se prendre dans le sens le plus direct, le plus *obvié*, pour ce qui se rapportait à la ruine de Jérusalem, tout en s'entendant aussi en une acception plus étendue, plus lointaine et ne précisant rien quant à la fin du monde. Dès lors l'expression πάντα ταῦτα, *toutes ces choses*, s'explique naturellement, s'appliquant aussi bien à ce qui concerne les derniers jours qu'à ce qui se rapportait à la prochaine dévastation de la ville sainte. Il est bien certain que les disciples l'avaient interrogé non seulement sur l'époque de la ruine de Jérusalem, mais aussi sur celle de la fin des temps ; car quand Jésus leur eut dit, en leur montrant le temple : « il ne restera pas là pierre sur pierre qui ne soit détruite, *non relinquetur hic lapis super lapidem, qui non destruatur* » (*Matth.*, XXIV, 2), ils le questionnèrent en ces termes : « Dites-nous quand cela se fera, et quel sera le signe de votre avènement *et de la consommation du siècle* » (2). Or, s'il entrait dans les vues du Maître d'instruire ses disciples du prochain renversement du temple et de la chute de Jérusalem, il n'était pas dans son dessein de faire connaître en quel temps arriverait son dernier avènement et la « consommation du siècle », c'est-à-dire la fin du monde, non plus

(1) De die autem illa et hora nemo scit, neque angeli coelorum, nisi solus Pater. *Matth.*, XXIV, 36.

(2) ... Accesserunt ad eum discipuli secreto, dicentes : Dic nobis quando haec erunt? et quod signum adventus tui *et consummationis saeculi ?* *Matth.*, XXIV, 3.

que la reconstitution du royaume d'Israël qui doit la précéder : « Il ne vous appartient pas de connaitre les temps et les instants que le Père a choisis dans sa puissance », répondait-il, au moment de monter au ciel, aux interrogations de ceux qui l'entouraient (1).

La considération tirée de ce qu'il n'est question que des élus, et non des méchants avec eux, dans l'appel, au son de la voix et de la trompette des anges, ne paraît pas absolument concluante. Ce peut être une simple métonymie, la partie prise pour le tout, forme de langage fort explicable si l'on songe que les élus, étant appelés à la gloire, avaient sans doute une place plus grande dans la pensée du Rédempteur, que les réprouvés qu'il doit repousser au dernier jour par cette parole : *Nescio vos*, je ne vous connais pas *(Matth.* XXV, 12).

Le discours de saint Pierre rapporté au second chapitre des Actes des Apôtres semble bien confirmer l'interprétation qui applique à la fin des temps les cataclysmes cosmiques mentionnés en divers points de l'Écriture sainte. Il reproduit, en effet, en l'appliquant à la fin des temps, la prophétie de Joël.

« Et il arrivera dans les derniers jours, dit le Seigneur, que je répandrai mon esprit sur toute chair.... Et je ferai des prodiges en haut dans le ciel et des signes en bas sur la terre, du sang et du feu, des vapeurs et des fumées. Le soleil sera changé en ténèbres et la lune en sang avant que vienne le grand et manifeste jour du Seigneur » (2).

L'expression *in novissimis diebus* désigne chez les prophètes l'époque messianique, dont la fin du monde présent constitue la période dernière. Si donc on peut appliquer

(1) Non est vestrum nosse tempora vel momenta quae Pater posuit in sua potestate. *Act. Apost.*, I, 7.

(2) Et erit in novissimis diebus, dicit Dominus, effundam de spiritu meo super omnem carnem ;.... Et dabo prodigia in coelo sursum, et signa in terra deorsum, sanguinem et ignem, et vaporem fumi. Sol convertetur in tenebras, et luna in sanguinem, antequam veniat dies Domini magnus et manifestus. *Act. Apost.*, II, 17, 19, 20.

à cette période une prophétie que son auteur adressait, à titre de menace, au peuple de Judée, il semble logique qu'on puisse également y rapporter celles d'Isaïe prédisant la ruine de Babylone, d'Ézéchiel annonçant le châtiment qui devait frapper le pharaon d'Égypte, et à plus forte raison celle de Jésus-Christ lui-même informant ses disciples de la prochaine chute de Jérusalem et de la destruction du temple.

« La prophétie, dit M. l'abbé Salmon, est un tableau où les plans ne sont point distincts en apparence bien qu'ils le soient en réalité. Dieu place les événements comme sur une toile, de sorte que le présent touche au passé et à l'avenir. Le prophète aussi se transporte facilement d'un lieu à un autre, et du moment actuel à une époque éloignée. Isaïe parle de la ruine de Babylone *en même temps que du jugement dernier*, et Jésus-Christ en agit manifestement de même dans l'Évangile quand il annonce la ruine de Jérusalem » (1).

L'abbé Bacuez lui-même, quelques pages avant celle où il combat cette interprétation, semble bien l'admettre :

« La majeure partie de cette prophétie, dit-il, a évidemment pour objet la ruine de Jérusalem ; *mais une partie aussi*, la dernière au moins, *se rapporte à la fin du monde*. On peut regarder ces deux points comme *généralement admis* (2). Il reconnaît que la plupart des commentateurs ou bien considèrent que Jésus-Christ a parlé successivement, séparément et dans le sens littéral de la ruine de Jérusalem et de la fin du monde, ou bien que tout au contraire ces deux ordres de prophéties sont mêlés ensemble, de telle sorte que « certains traits s'appliquent également à l'un et à l'autre de ces faits, d'autres à un seul, d'autres à l'un des deux principalement et secondairement à l'autre. » Saint Jérôme *(In Matt.*, XXIV) et saint Augustin *(Epist.*,

(1) *La Sainte Bible, récit et commentaire*, par l'abbé F. R. Salmon. du diocèse de Paris. In-4° de XIV-615 pp. Paris, 1878. P. 357.

(2) L'abbé Bacuez, *loc. cit.*, § 251, p. 310.

CXC, 9) sont les autorités principales que peuvent invoquer les partisans de ce mode d'interprétation.

A quelque sentiment qu'on s'attache, ajoute l'abbé Bacuez, il importe d'observer que la ruine de Jérusalem a été, — comme celle de Rome prédite aux chapitres XVII et XVIII de l'Apocalypse, — la figure de la fin du monde et du jugement universel ; « que, par conséquent, les prédictions qui s'appliquent littéralement aux deux premiers faits ont aussi un sens spirituel qui se rapporte à ce dernier événement » (1).

Somme toute, l'explication la plus probable, celle qui réunit le plus d'adhérents, est celle suivant laquelle les prophéties prédisant, avec menaces de cataclysmes cosmiques, des ruines politiques et des bouleversements sociaux, visaient aussi les tourmentes physiques qui signaleront les derniers jours de l'humanité.

D'ailleurs les différents passages des saintes Écritures que nous avons cités ne sont pas les seuls qui soient applicables à la fin du monde. Saint Pierre, notamment, au chapitre III de sa deuxième épître, prononce des paroles bien significatives, quand il annonce que les cieux et la terre créés par la parole de Dieu et qui subsistent par cette même parole, sont *réservés pour le feu au jour du jugement* et de la perdition des impies (2). Il ajoute, quelques lignes plus bas : « Comme un voleur surviendra le jour du Seigneur, jour dans lequel les cieux passeront avec une grande impétuosité, les éléments seront dissous par la chaleur et la terre sera brûlée avec tout ce qu'elle contient..., jour où les cieux même seront dissous, et les éléments consumés par l'ardeur du feu » (3).

(1) Bacuez, *ibid.*, p. 311.

(2) Coeli autem qui nunc sunt, et terra, eodem verbo repositi sunt, *igni reservati* in diem judicii et perditionis impiorum hominum. II. *Petr.*, III, 7.

(3) Adveniet dies Domini ut fur, in quo coeli magno impetu transient, *elementa* vero *calore solventur*, terra autem et quae in ipsa sunt opera exurentur,... per quem *coeli ardentes solventur*, et elementa ignis ardore tabescent. *Ibid.*, 10, 12.

Ici, plus d'équivoque possible, saint Pierre annonce expressément le dernier avènement de Jésus-Christ et la fin du monde ; et c'est alors que les éléments, les cieux, la terre seront brûlés, dissous par la chaleur, consumés par le feu. La prédiction, bien que sommairement exprimée, est aussi explicite qu'on peut le désirer. Dès lors pourquoi rejeter l'interprétation des paroles de Notre-Seigneur annonçant à ses disciples la ruine de Jérusalem, comme visant aussi, au moins en partie, les phénomènes qui signaleront son dernier avènement et la consommation des siècles ? Assurément, en ce qui concerne la ruine de Jérusalem et la destruction du temple, on ne peut prendre que dans le sens symbolique l'annonce de l'obscurcissement du soleil et de la lune, des chutes d'étoiles et de l'ébranlement des « vertus des cieux », c'est-à-dire des forces cosmiques. Mais, appliquées à la fin des temps, ces mêmes prédictions offrent avec celles de saint Pierre, s'y rapportant exclusivement, de trop frappantes analogies pour qu'il n'y ait entre elles qu'un simple accord fortuit.

Il est donc permis de considérer comme l'interprétation la plus probable celle qui attribue aux prédictions des prophètes et à celles de Jésus-Christ une signification double : signification allégorique ou symbolique concernant les événements prochains ; sens direct, sinon littéral, se rapportant aux faits lointains de la fin des temps.

Telle est l'opinion d'un théologien de mérite, M. l'abbé Thomas, vicaire-général de Verdun, dans un remarquable ouvrage déjà cité au commencement de cette étude et qui nous a servi de guide dans toute la partie scripturaire et interprétative des présentes pages.

Au surplus, l'interprétation contraire, celle que donne le savant P. Corluy dans le *Dictionnaire apologétique* de M. l'abbé Jaugey (1), fût-elle la seule admise, nous n'en

(1) *Vide suprà.* — L'auteur, d'ailleurs, résume ainsi ses conclusions : « La prophétie du Sauveur s'est accomplie entièrement au sens littéral du vivant

serions point gênés dans le rapprochement que nous allons tenter d'établir entre les phénomènes futurs que la science contemporaine regarde comme certains, probables ou possibles, et les données plus ou moins sommaires que nous fournissent les saintes Écritures sur l'origine et la fin du monde.

III

LES DONNÉES SCIENTIFIQUES EN REGARD DES TEXTES SACRÉS.

Et d'abord, en ce qui concerne l'origine de l'univers, si d'une part la Bible débute en nous apprenant que cet univers a été créé *ex nihilo* par la parole de Dieu, *au commencement* de toutes choses, *in principio*, la science arrive, en notre siècle, nous l'avons vu, à constater, de par les progrès de son évolution, que ce même univers n'a pas toujours existé, qu'il a eu un commencement, un point de départ, antérieurement auquel il n'existait rien. C'est ce qui a été établi dans la première partie de cette étude.

De même pour l'origine de la vie. Il ressort du mode de formation de notre globe suivant la théorie scientifique la plus plausible, la plus probable et la plus universellement admise, que la vie n'y a pas toujours été possible, qu'elle n'a pu faire apparition sur notre globe qu'à un stade relativement avancé de son développement, lorsque sa température, suffisamment abaissée, est devenue compatible avec la constitution des organismes. La vie a donc eu un commencement, un commencement distinct du commencement de l'univers et longuement postérieur à lui. Sur ce point l'unanimité est complète. Elle cesse, il est vrai, quand il s'agit d'expliquer ce commencement, et nous

de la génération contemporaine de Jésus; elle doit s'accomplir dans son sens typique lors de la catastrophe finale du monde présent. Alors, sans doute, les ébranlements des vertus célestes se produiront, non plus en figure, mais dans leur épouvantable réalité; alors le Fils de l'homme, visible cette fois dans son corps glorieux, descendra sur les nuées pour juger toutes les nations de la terre. „ Il ne nous en faut pas davantage pour justifier ce qui va suivre.

avons vu que l'un des grands pontifes de la science matérialiste, le fameux professeur Haeckel, ne recule pas devant une affirmation qui est à la fois une contre-vérité scientifique et une absurdité métaphysique, afin d'échapper au miracle, qui, affirme-t-il, est inéluctable sans cela. Encore n'y échappe-t-il pas autant qu'il le croit. Ses *monères*, germes primordiaux de tous les organismes ultérieurs, formés aux dépens de la matière inorganique, n'ont pu dériver de celle-ci sans une impulsion spéciale et étrangère à elle, puisqu'elle ne renferme en elle aucun principe de vie. Dès lors l'apparition de ces *monères*, de ces *amibes*, de ces *plastides*, ne s'éloigne guère de *germinet terra herbam...*, de *producant aquae reptile et volatile...*, *producat terra animam viventem*. Il est vrai que M. Haeckel soutient que monères, amibes et plastides se sont formées par le jeu fortuit des molécules inorganiques et sans aucune cause extérieure; mais affirmer n'est pas prouver, et la science expérimentale de nos jours donne à une telle assertion le plus éclatant démenti.

Voici donc un premier point où un parfait accord existe entre les déductions de la science contemporaine et l'enseignement du Livre inspiré : L'univers n'a pas toujours existé, il a eu un commencement; la vie elle-même n'a pas toujours existé, elle n'est apparue sur notre globe qu'à un moment relativement avancé de sa formation.

La science va plus loin. Nous avons vu que, par des déductions mathématiques plus ou moins rigoureuses, elle conclut, dans un avenir, à la vérité, d'une durée incalculable, à l'extinction totale de l'univers, — longtemps auparavant, à l'extinction du Soleil devenant de la sorte impuissant à entretenir la vie sur notre terre glacée et sans lumière, — longtemps auparavant encore, à la cessation de la vie supérieure par suite de l'usure graduelle, sous l'action des eaux, des continents et terres émergées et de leur ravalement au niveau des océans (1).

(1) Une autre théorie entrevoit la cessation de la vie sur notre globe anté-

En cela encore, et au moins comme donnée générale, l'accord se rencontre entre les conclusions de la science et l'enseignement de la foi : le monde et la vie, qui ont eu un commencement, ne sont pas destinés à durer toujours ; ils auront aussi une fin.

A la vérité, l'accord semble cesser (disons bien vite que le désaccord n'est qu'apparent) sitôt qu'on descend dans le détail. En effet, d'après les prévisions de la science, la cessation de la vie sur la terre, l'extinction du Soleil, finalement la réduction de l'univers à cet état limite et d'équilibre à tout jamais stable, sorte de contre-chaos formé de l'épuisement de toutes les énergies qui existaient en puissance dans le chaos initial, tout cela ne doit se réaliser que graduellement, successivement, pour n'être pleinement accompli que dans un avenir tellement lointain qu'il dépasse les bornes mêmes de notre imagination.

rieurement à l'extinction du Soleil, par une voie opposée, par la voie du desséchement. L'écorce terrestre, au fur et à mesure de son épaississement aux dépens du noyau igné, absorberait, boirait peu à peu l'eau des océans, et cette absorption des eaux s'opérerait sans doute avec plus de rapidité que l'usure des continents par leurs érosions. Il arriverait ainsi un moment où la surface des mers, très abaissée et partant très diminuée, ne fournirait plus à l'évaporation une quantité d'humidité suffisante pour alimenter les pluies et les glaciers ; de là, tarissement graduel des rivières et des fleuves, sécheresse croissante sur un sol qu'aucune fraîcheur ne protégerait plus contre les ardeurs incessantes du Soleil, dépérissement, puis cessation de toute végétation, finalement toute vie rendue impossible.— La Lune, telle que les observations les plus multipliées et les plus minutieuses nous la révèlent, nous représenterait un petit monde ayant absorbé toute son eau et son atmosphère même. La planète Mars serait dans une situation intermédiaire, ayant vu ses mers décroître dans une notable proportion sans toutefois les avoir absorbées entièrement jusqu'ici.

Quoi qu'il en soit, par la sécheresse ou par l'inondation, la vie, à un moment donné, doit disparaître de la surface du globe. On peut, à la vérité, concevoir une marche parallèle de l'absorption des eaux par le fond des mers et de l'usure des continents par les eaux. La possibilité du maintien de la vie en serait assurément prolongée, puisque, à mesure que le relief des terres émergées diminuerait, la surface des mers s'abaisserait dans la même proportion ; mais cette prolongation n'aurait qu'un temps, et la sécheresse absolue finirait tôt ou tard par l'emporter lorsque l'absorption des océans serait complète, si toutefois l'abaissement de la température résultant du refroidissement du Soleil lui-même n'amenait auparavant la cessation de la vie par le froid et l'insuffisance de lumière.

On ne voit guère comment cette extinction graduelle de l'univers en une succession de durées supputables seulement par milliers de siècles pourrait se concilier avec les cataclysmes ignés prédits par le premier chef temporel de l'Église. Il nous souvient même d'une querelle cherchée jadis par feu le zélé et savant abbé Moigno, au non moins orthodoxe et non moins savant A. de Lapparent, à l'occasion d'un passage final du *Traité de géologie*, passage reproduit aux premières pages de cette étude, et dans lequel il est dit que la vie peut cesser sur la terre du fait du refroidissement du Soleil préparant son extinction totale.

C'était dans la revue hebdomadaire *Les Mondes* (aujourd'hui remplacée par le *Cosmos)* du 24 février 1883. L'excellent abbé Moigno, homme d'une incontestable et très grande science, mais dont le zèle et l'ardeur pour la défense de la foi forçaient parfois quelque peu le jugement, s'écriait indigné : « Quoi ! le Soleil, la Terre et par conséquent les étoiles, qui sont des soleils semblables au nôtre, les planètes, tous les astres du firmament, ne seront plus un jour que des globes froids, desséchés, encombrant de leur aridité, de leur obscurité et de leur silence de mort l'immensité des cieux ! Ce serait là le dernier mot de la science cosmogonique ! — Comment M. de Lapparent, catholique fidèle, a-t-il pu former ces conclusions, quand, comme moi, il entend la voix la plus autorisée de toutes les voix, la voix de saint Pierre, nous crier : « Les cieux et la terre passeront, les éléments seront « dissous, la terre actuelle et tout ce qui est en elle sera « consumé par le feu... Les cieux embrasés seront dissous « et les éléments fondus par l'ardeur du feu... Nous « attendons de nouveaux cieux et une terre nouvelle. »

Suit une longue tirade pour incriminer le professeur à l'Institut catholique de Paris de la réserve très sage et très prudente dans laquelle il a eu soin de se maintenir et qui consiste à ne pas mêler à tout propos l'Écriture sainte et la révélation aux recherches purement scientifiques. Le

Recteur de l'Institut catholique et le savant incriminé répondirent comme il convenait à cette attaque aussi peu juste que mal fondée. Mais, d'une manière générale, on peut, pensons-nous, répondre comme il suit aux personnes zélées qui croiraient devoir adopter la voie préconisée par l'abbé Moigno et chercher dans les textes sacrés des données scientifiques :

Premièrement, comme l'a dit Mgr d'Hulst à son vénérable contradicteur, « la foi est immobile, la science est changeante parce qu'elle n'est jamais qu'une vérité partielle. A mesure qu'elle varie ses données, qu'elle transforme ses théories, l'apologiste la prend au point où elle est, la compare à la doctrine révélée, et constate qu'aujourd'hui comme hier il n'y a pas d'opposition entre l'une et l'autre. Pour que cet accord apparaisse, il suffit que le savant soit sincère et ne fausse pas la science de parti pris pour la tourner contre la foi. Plus le savant s'enfermera dans l'usage exclusif de ses méthodes, *sans souci d'autre chose,* moins son témoignage sera suspect » (1).

« Sans souci d'autre chose » est d'autant plus à propos que, comme l'a dit dans la chaire de Notre-Dame le R. P. Monsabré (2), comme l'avait exprimé le regretté abbé Bourgeois à l'occasion de ses illusions sur le prétendu homme tertiaire, peu importe que, dans la recherche de la vérité scientifique, il se présente incidemment quelque détail qui semble difficilement conciliable ou même en opposition avec tel ou tel texte des Livres sacrés. Parce que de deux choses l'une : ou les progrès ultérieurs de la science ne laisseront pas subsister le fait difficultueux, ou au contraire ils le confirmeront et en établiront la certitude ; et alors une interprétation nouvelle soit du fait lui-même, soit du texte sacré serré de plus près, fera évanouir

(1) *Les Mondes* du 10 mars 1883. Lettre de Mgr d'Hulst, recteur de l'Institut catholique de Paris.

(2) Carême de 1875, passim, et péroraison de la XIIIe conférence.

une contradiction qui ne saurait jamais être qu'apparente. La première alternative s'est réalisée pour le trop fameux homme tertiaire du savant abbé Bourgeois, à peu près unanimement abandonné aujourd'hui ; la seconde se vérifie, sinon tous les jours, au moins d'une manière assez fréquente.

Au cas qui nous occupe, et c'est sur ce second point qu'il y a lieu d'insister, le savant enfermé — dans l'usage exclusif de ses méthodes sans souci d'autre chose — peut répondre à des reproches analogues à celui qui était adressé à l'auteur du *Traité de géologie,* par les considérations suivantes :

« Dans le champ des recherches scientifiques, nous raisonnons sur l'observation des faits ; et quand nous avons reconnu et déterminé les lois suivant l'enchaînement desquelles les faits se produisent et se succèdent, nous concluons logiquement de ce qui s'est passé et de ce qui se passe à ce qui, suivant l'ordonnance de ces lois, se passera dans l'avenir. Nous n'avons pas à rechercher, à ce point de vue, si Dieu, dans une pensée et dans un but d'ailleurs étrangers à l'étude des sciences, a annoncé, par la voie de la révélation, l'intervention, à un moment donné, de phénomènes soit miraculeux, soit simplement en dehors de la marche ordinaire de la nature telle que nous sommes en mesure de l'observer. Supposant, — parce que nous n'avons pas de motif scientifique de supposer autre chose, — supposant que la marche des faits naturels continuera à suivre son cours comme elle l'a toujours suivi jusqu'ici, nous en déduisons ce qui devra arriver par la suite. Et cela ne constitue en rien une contradiction à ce que l'Écriture sainte peut prédire ; parce que, de même que Dieu est intervenu à l'origine pour donner l'être à l'univers, de même il peut intervenir de nouveau, au temps marqué dans ses décrets impénétrables, pour changer l'ordre de la nature, détruire violemment ce qui existe et, s'il le juge à propos, renouveler le vieux monde

ou même créer un monde nouveau. Mais ceci est en dehors du domaine de la science, dont nous avons le droit de ne pas sortir; y restant, nous continuerons à déduire, des faits observés et constatés, le cours régulier et normal de la nature. »

On ne sache pas qu'un tel langage puisse laisser prise au moindre reproche devant la plus sévère orthodoxie. En effet, « l'accord de la science et de la foi — c'est encore Mgr d'Hulst qui parle (1) — peut être positif ou négatif : positif, si la foi inspire la science ; négatif, si l'on se borne à montrer qu'il n'y a pas d'antagonisme. L'accord négatif suffit à l'apologétique. » Nous nous permettrons d'ajouter que cet accord négatif ainsi défini lui est même préférable; en effet, le but des saints Livres *n'étant jamais* l'enseignement des sciences, ceux des faits et récits présentés ou racontés par eux pouvant tomber sous l'examen de celles-ci sont exprimés dans une langue qui n'a rien de technique, mais qui est avant tout accommodée aux habitudes d'esprit et de langage des sociétés au sein desquelles ils ont été rédigés. D'où il suit que, voulant chercher en eux, comme le prétendait le bon abbé Moigno, des données et des points de départ pour la science, on risquerait de leur faire dire tout autre chose que ce que leurs auteurs ont voulu dire, et de les compromettre ensuite en les rendant en quelque sorte solidaires des erreurs scientifiques dans lesquelles on aurait pu tomber.

Dans l'éventualité que nous envisageons, nul désaccord ne résulte du fait de prévoir l'extinction graduelle de la vie sur la terre par l'eau, par la sécheresse ou par le froid; car cette prévision est établie d'après l'ordre naturel et ordinaire des faits suivant les lois constatées, tandis que les prédictions de saint Pierre annonçant une fin violente supposent ou, mieux encore, révèlent une intervention spéciale du Créateur en dehors de cet ordre ordinaire et de ces lois naturelles.

(1) *Loc. cit.*

Mais il est possible de faire faire à cet accord négatif un pas de plus, en montrant que, en dehors des déductions légitimes de la science partant des faits connus pour en conclure logiquement les phénomènes futurs, il est des conjectures qu'elle ne propose point sans doute, mais qu'elle ne repousse pas non plus, qu'elle accepte même comme de simples possibles, et qui donneraient à l'accord dont nous parlons un caractère plus saisissant, plus marqué, presque direct sinon positif au sens défini ci-dessus.

Cette possibilité résulte notamment, on l'a déjà deviné, des hypothèses, indiquées dans la première partie de ce travail, sur la rencontre éventuelle de notre sphéroïde ou seulement de notre Soleil avec quelque objet sidéral ou cosmique capable de provoquer une élévation brusque et violente de la température, vaporisant les mers, enflammant les continents et l'atmosphère elle-même, et réalisant ainsi les paroles du prince des apôtres : *elementa calore solventur... coeli ardentes solventur, et elementa ignis ardore tabescent.* Les étoiles temporaires qui surgissent tout à coup dans les profondeurs du firmament, augmentent rapidement d'éclat, puis décroissent et finissent par disparaître, nous donnent le spectacle d'incendies sidéraux qu'il n'est point interdit de comparer à ce que pourrait être l'incendie de notre séjour terrestre d'après les prédictions de saint Pierre.

Que notre globe vienne à rencontrer, par le noyau, quelque comète comparable à celle de 1811, et dans les conditions indiquées plus haut, ou bien quelque nuée cosmique, quelque masse nébulaire errante, que va-t-il se passer ? Ce sera d'abord, par l'attraction exercée sur les particules les plus ténues, une chute d'étoiles filantes, une pluie, une averse de ces météores comme on n'en aura jamais vu, *cadent de coelo stellae* (1) ; puis une ébullition bruyante avec évaporation en nuages épais des eaux de

(1) *Matth.*, XXIV, 29 ; *Marc*, XIII, 25.

la mer, des lacs et des fleuves, *prae confusione sonitus maris et fluctuum* (1), interceptant plus ou moins complètement la lumière du soleil et de la lune, *sol obscurabitur et luna non dabit lumen suum...* (2); *sol convertetur in tenebras et luna in sanguinem* (3); la température continuant à s'élever par suite du frottement incessant et énergique de notre globe contre la matière cométaire ou nébulaire, il finirait par prendre feu lui-même dans son atmosphère et sur ses continents desséchés, calcinés. Ce serait alors le « jour dans lequel les cieux passeront avec une grande impétuosité *(magno impetu)*, les éléments seront dissous par la chaleur, et la terre sera brûlée avec tout ce qu'elle contient, où les cieux embrasés *(ardentes)* seront dissous et les éléments consumés par l'ardeur du feu » (4).

Des effets analogues résulteraient encore soit du choc de la Terre contre quelque bolide gigantesque d'une masse comparable à la sienne sinon égale, par suite du prodigieux développement de chaleur qui s'ensuivrait, soit de la chute d'un corps de semblable importance dans le Soleil lui-même, soit du rapprochement extrême de ce dernier avec quelqu'un de ses pareils. Et dans ces diverses hypothèses, le mouvement de notre sphéroïde sur son orbite, comme celui des autres planètes sur leurs trajectoires respectives, serait plus ou moins profondément modifié : « J'ébranlerai le ciel même, la terre sera changée de place », a dit le prophète (5). « A la face du Seigneur, la terre a tremblé, les cieux ont été ébranlés (6) ; » « Les forces cosmiques, *virtutes coelorum, virtutes quae in coelis sunt*, seront ébranlées, *commovebuntur* » (7). Le ciel s'est

(1) *Luc.*, XXI, 25.
(2) *Matth.*, *l. c.*
(3) *Io.*, II, 31; *Act. Apost.*, II, 20.
(4) II *Petr.*, III, 10, 12.
(5) *Is.*, XIII, 13.
(6) *Io.*, II, 10.
(7) *Matth.*, *l. c.*; *Marc.*, XIII, 25; *Luc.*, XXI, 26.

replié comme un livre qui s'enroule ; les montagnes et les îles ont été secouées sur leur base » (1).

Mais même, sans aller chercher si loin les causes naturelles des perturbations prédites, notre planète porte en elle des ressources suffisantes pour les produire au moment fixé par les décrets éternels. « La fumée d'un vaste incendie, écrit M. l'abbé Thomas, les pluies de cendres vomies par un volcan en éruption, des vapeurs épaisses émanées du sol, suffisent à intercepter les rayons du Soleil et à produire le même effet que si cet astre avait perdu son éclat intrinsèque. Or, c'est précisément à l'approche du dernier jour que ces phénomènes, et d'autres du même genre, se produiront avec le plus de fréquence et d'intensité » (2).

Une preuve de ce qu'avance l'auteur de *Le Règne du Christ et les derniers temps* a été fournie, il y a quelques années, par la fameuse éruption volcanique de l'île de Krakatoa, Krakatau ou Rakata, dans le détroit de la Sonde, entre Java et Sumatra, éruption commencée le 20 mai 1883 et qui eut son apogée le 27 août. « Lors de ce cataclysme, dit M. Daubrée, la prodigieuse abondance des menus matériaux qui ont été apportés au jour était telle que le ciel en était obscurci. Un des témoins en rend compte en ces termes : Le soleil étant au-dessus de notre tête, pas la plus petite lueur dans le ciel, pas la plus petite trace lumineuse diffuse à l'horizon, et cette affreuse nuit a duré 18 heures. Le navire *London* se trouvait condamné à rester sur place, devant le péril qui l'attendait (3) ». « A midi, ajoute un autre témoin, les ténèbres sont si profondes qu'on se parle sans même se voir sur le pont du navire » (4).

(1) Et coelum recessit sicut liber involutus; et omnis mons et insulae de locis suis motae sunt. *Apoc.*, VI, 14.

(2) *Le Règne du Christ*, p. 301.

(3) Daubrée, *Comptes rendus*, t. XCVI, p. 1100, 1883. Cité par le *Cosmos* du 11 mars 1893, p. 470.

(4) J. Thirion, *Les Illuminations crépusculaires*, Rev. des quest. scient., avril 1884, t. XV, p. 467.

On n'a pas oublié les énormes désastres causés par cette catastrophe : la moitié de l'île de Krakatoa, d'une longueur de huit kilomètres sur cinq de largeur, ensevelie sous les flots, l'étendue de la petite île voisine de Verlaten triplée, le fond de la mer entièrement bouleversé entre ces îles et celle de Sebesie située plus au nord, à la suite d'un soulèvement momentané qui, lançant la mer par-dessus les rivages de la côte occidentale de Java, en balaya les villes et les villages, et ne se retira qu'après avoir apporté la mort à 20 000 habitants. Si forte fut la puissance de ce flot gigantesque, que ses ondulations paraissent s'être fait sentir jusque sur les côtes de l'Amérique ; et les plus subtils des matériaux, projetés dans les airs par l'éruption, ont persisté dans les hauteurs de l'atmosphère à l'état de poussières impalpables au point d'y produire pendant tout l'hiver suivant, en répercutant les rayons du soleil descendu au-dessous de l'horizon, des lueurs rougeâtres qui illuminaient, chaque jour, une partie de la soirée (1).

Supposé maintenant que, à un moment donné, au lieu d'une seule et isolée éruption de cette violence, le même phénomène se produise simultanément sur les 323 volcans actuellement actifs qui, d'après le professeur Fuchs, sont répartis sur la sphère (2) ; que les nombreux volcans éteints dont les cratères existent encore viennent à s'éveiller et à joindre leur voix titanesque, leurs déjections embrasées, leurs trépidations et leurs ébranlements à ceux des premiers ; est-ce qu'il n'y aurait pas là de quoi amener des commotions suffisantes pour réaliser toutes les catastrophes qu'un esprit pénétrant peut pressentir en méditant les termes des prédictions scripturaires ? Est-ce qu'il ne serait pas exact alors de dire que la terre est ébranlée jusque dans ses fondements ? Ne pourrait-elle subir des secousses capables de modifier la direction de sa course ?

(1) *Ibid.*, p. 464 et suiv.

(2) K. Fuchs, professeur à l'Université de Heidelberg : *Les Volcans et les tremblements de terre*, p. 33. Paris, Germer-Baillière.

Aux yeux des hommes témoins de ces cataclysmes, l'aspect des cieux ne serait-il pas changé, les astres ne perdraient-ils pas leur lumière après avoir, par des effets de réfraction ou autres, affecté la couleur du sang, ne serait-ce point partout « feu et sang, vapeurs et fumées » (1) ?

Que vienne à cela s'adjoindre, comme le suppose M. l'abbé Thomas, « une pluie d'aérolithes enflammés tombant sur la terre, de globes de feu lancés par la foudre, sans compter la rencontre possible d'une ou plusieurs comètes ; d'aussi étranges phénomènes, si propres à inspirer la terreur, peuvent bien donner lieu de croire que le ciel et la terre sont secoués jusque dans leurs fondements. » D'ailleurs le savant apologiste veut qu'on fasse en tout cela la part de la métaphore dont il ne faudrait pas d'ailleurs, dit-il, presser outre mesure l'application (2).

IV

CONVENANCE DE CES RAPPROCHEMENTS, OBJECTIONS ET RÉPONSES.

L'application que nous avons, dans les pages qui précèdent, essayé de faire des textes eschatologiques aux connaissances et aux légitimes présomptions scientifiques de notre temps, ou, plus exactement, de celles-ci à ceux-là, est-elle définitive ? Assurément non. Elle ne saurait l'être, et ne le sera jamais d'une manière absolue : la science humaine, qui tend à la vérité, trouvera toujours devant elle d'autant plus de vérités nouvelles à découvrir qu'elle en aura antérieurement découvert davantage, sans jamais pour cela arriver à la vérité totale. Les enseignements de la foi sont, au contraire, absolus de leur nature, mais restreints et exprimés dans un langage dont l'interpréta-

(1) Sanguinem et ignem, et vaporem fumi. *Joel.*, II, 30; *Act. Apost.*, II, 19.
(2) Abbé Thomas, *loc. cit.*, p. 392.

tion, sans rien changer à ce qu'ils ont de fondamental et d'essentiel, peut varier dans les détails accessoires. Le rôle de l'apologiste est de suivre, pas à pas en quelque sorte, la marche en avant de la science, de comparer les faits et les lois qu'elle constate avec les textes scripturaires pouvant se rapporter aux mêmes objets, et de montrer qu'en aucun cas il n'y a incompatibilité, irréductibilité entre les uns et les autres.

Bien mal fondée est, croyons-nous, l'opinion de ceux qui estiment un tel travail « ingrat, inutile et dangereux ». Ingrat, disent-ils, « parce qu'il est toujours à recommencer pour adapter les vérités de la foi avec les nouvelles conceptions scientifiques ; inutile, puisqu'il n'a pas d'action sur les esprits ; dangereux, parce qu'il est sujet au reproche de défendre des vérités révélées qu'il faut adopter chaque fois qu'il se produit un progrès dans nos connaissances touchant le monde physique » (1).

Il y a ici, croyons-nous, confusion, en même temps que méconnaissance complète du rôle de l'apologétique. Il ne s'agit pas, en effet, d'*adapter les vérités de la foi aux conceptions scientifiques*, mais bien au contraire de faire voir, à propos de telle ou telle conception plausible, vraisemblable, ne choquant point les lois de la logique et de la saine raison, que cette conception ne contredit point la vérité révélée, et n'est pas contredite par elle. Le reproche que ce travail est toujours à recommencer n'en est pas un, car il s'appliquerait à toutes les connaissances humaines, lesquelles sont elles-mêmes toujours à recommencer, en ce sens que chaque progrès en avant, chaque conquête nouvelle, oblige à rectifier, modifier, parfois abandonner entièrement des théories qui avaient eu pleine raison d'être avec une science moins avancée, et qui doivent ensuite céder le pas à des théories plus parfaites. Bien loin d'être sans action sur les esprits, la démonstration de la non-

(1) *Rev. du monde cathol.*, de janvier 1893, p. 166.

opposition, de la non-incompatibilité, autrement dit de l'*accord négatif* défini plus haut, est au contraire des plus convaincantes pour les cœurs droits, les âmes sincères qui recherchent la lumière sans hostilité et sans parti pris. On comprend encore moins le reproche qu'il faille « adopter des vérités révélées chaque fois qu'il se produit un progrès dans nos connaissances ». Les vérités révélées sont adoptées une fois pour toutes par les catholiques ; il ne s'agit donc pas de les adopter chaque fois que se produit un progrès dans les sciences physiques ; il ne s'agit même pas de les *adapter* à ce progrès, mais simplement de montrer, comme il vient d'être dit, que ce progrès ne les entame point, ne les contredit point ou ne les intéresse point.

S'il fallait attendre, pour faire de l'exégèse au point de vue des sciences physiques et naturelles, « que la science fût définitivement établie », et que l'Église eût « interprété scientifiquement les livres saints », comme le voudraient quelques-uns, il serait plus bref de dire qu'il faut s'en abstenir à tout jamais et prohiber purement et simplement cette forme de l'exégèse ; car, d'une part, il y aura toujours des points où la science ne sera pas définitivement établie, et, d'autre part, il n'est pas probable que l'Église assume jamais la tâche d'interpréter scientifiquement tous les textes sacrés. L'Église n'intervient qu'avec mesure et prudence, et ne procède aux définitions dogmatiques qu'avec une extrême réserve et pour les plus graves motifs.

Cependant, alors que tous les jours nos croyances les plus fondamentales sont attaquées, combattues, sapées au nom de la science, soit à l'aide de théories controuvées et d'hypothèses gratuites, soit par fausse interprétation ou application de faits vrais mais perfidement présentés, il faudrait s'abstenir, rester les bras croisés en face de l'ennemi, sous prétexte que, dans un avenir plus ou moins éloigné, les progrès mêmes de la science auront réduit à néant les prétextes des attaques actuelles ! Mais quand cet

avenir se sera réalisé, de nouveaux prétextes surgiront, l'erreur n'est jamais embarrassée pour en trouver ; il faudra alors continuer à se croiser les bras, toujours pour le même motif. Avec un tel système, l'erreur, la négation auraient seules la parole, et la cause de la vérité ne serait jamais défendue sur le terrain scientifique.

Professant une opinion toute contraire, il nous a paru qu'il n'était pas inutile de montrer une fois de plus, à l'occasion des prédictions de l'Écriture concernant la fin des temps, que les prévisions et les conjectures que la science de nos jours peut légitimement concevoir, à plus forte raison les conclusions qu'elle déduit avec certitude, n'ont rien qui contredise les textes sacrés ; qu'au contraire une certaine harmonie semble déjà s'établir des unes aux autres, harmonie qui ne pourra que se compléter et grandir de plus en plus, à mesure que la science franchira de nouvelles étapes dans la connaissance des lois de la nature.

Qu'il nous soit permis, maintenant, d'aller au devant de quelques objections pouvant se présenter relativement aux causes possibles, dans l'ordre naturel, d'une terminaison brusque et violente de notre monde, telle que nous avons essayé de la faire pressentir.

Comment concilier cette fin partielle de l'univers qui intéresserait seulement notre sphéroïde, tout au plus l'ensemble de notre système solaire, avec la réalisation de cet état limite vers lequel, ainsi qu'il a été dit au paragraphe 1er, se dirige l'ensemble de l'univers ? Plus celui-ci s'en approche, plus, dit Clausius, « les occasions de nouveaux changements disparaissent ; et si cet état se réalisait enfin, aucun changement n'aurait plus lieu, et l'univers se trouverait dans un état de mort persistante. Bien qu'actuellement il en soit encore très éloigné, et bien qu'il s'en approche avec une lenteur excessive, — car nos périodes historiques sont de courts intervalles auprès des périodes immenses dont l'univers a besoin pour effectuer d'une manière successive ses moindres transformations, —

il y a une conséquence importante qui subsiste toujours, c'est qu'on a trouvé une loi naturelle qui permet de conclure d'une manière certaine que, dans l'univers, tout n'a pas un cours circulaire, mais que des modifications ont lieu dans un sens déterminé, et tendent ainsi à amener un état limite » (1). Or, d'après les princes de la science d'aujourd'hui, cet état de mort résulterait de la transformation de l'énergie de l'univers, tant potentielle que visible, c'est-à-dire des forces virtuelles et des mouvements apparents qui y existent, en énergie vibratoire, autrement dit en chaleur.

N'y a-t-il pas là plusieurs contradictions ? Contradiction avec les textes scripturaires qui, d'une part, annoncent des cataclysmes brusques et violents pouvant d'ailleurs, d'après la science, n'affecter qu'une portion relativement infime de l'univers, et, de l'autre, une sorte de régénération de ce même univers prédite successivement par Isaïe (2), saint Paul (3), saint Pierre (4) et saint Jean (5) ? Contradiction également entre les théories scientifiques elles-mêmes, puisque les unes prévoient la mort de l'univers par l'extinction des soleils et des étoiles, c'est-à-dire par le froid, les autres au contraire par la chaleur ?

Occupons-nous d'abord de la seconde objection : elle n'est que spécieuse. Le bon abbé Moigno l'avait déjà formulée dans sa véhémente apostrophe, lancée à propos de la dernière page du *Traité de géologie*. Au Soleil, à la Terre, aux planètes et aux étoiles réduits à des globes froids, obscurs et desséchés, il opposait « la science actuelle, celle des Meyer, des Joule, des Tyndall, des Clausius, etc., etc., » laquelle « admet comme un dogme

(1) Rapport au *Congrès des naturalistes et médecins allemands*, session de Francfort-sur-le-Mein. Cité par le P. Carbonnelle dans les *Confins de la science et de la philosophie*, t. I, chap. v.

(2) *Is.*, LXV, 17. — LXVI, 22.

(3) *Paul.*, *ad Ephes.*, I, 10.

(4) *Petr.*, IIa Ep. III, 13.

(5) *Joan.*, *Apocal.*, XXI, 1.

presque certain, conséquence rigoureuse de la théorie dynamique de la chaleur, que la terre finira par le feu, par la dissociation des éléments. » Et il ajoutait : « Le savant professeur de l'Institut catholique sait tout cela, et tout cela ne l'a pas empêché de glisser vers les conjectures aventureuses du XVIIIe siècle qui faisaient finir le monde et les mondes par le froid ou la siccité » (1).

Eh, sans doute, « le savant professeur à l'Institut catholique savait tout cela ; » mais, il savait aussi que, normalement, les conséquences cosmiques de la théorie dynamique de la chaleur ne doivent et ne peuvent produire la plénitude de leurs effets qu'en des durées incomparablement plus longues que celles qui doivent amener l'encroûtement graduel de la superficie solaire. Si l'on suppose définitivement consommée l'extinction complète de toutes les étoiles, ces soleils comparables ou supérieurs au nôtre, la chaleur qu'elles auront, auparavant et durant tant de millions ou de milliards de siècles, rayonné dans l'espace, n'aura pas disparu, elle se sera seulement répartie d'une manière différente. Sans doute il se peut que, après ces durées incalculables, les révolutions des astres éteints se trouvent modifiées, qu'ils arrivent à s'entre-choquer les uns les autres et à produire ainsi des températures capables de dissocier leurs molécules dans de gigantesques, d'immenses conflagrations. Mais il se peut aussi, c'est le savant et regretté Père Carbonnelle qui en fait la remarque (2), il se peut aussi que, même dans l'état limite dont il a été parlé, des portions de l'énergie visible échappent éternellement au changement. Il n'est pas nécessaire, en effet, pour concevoir cet état, « de se représenter l'univers comme une masse d'une température uniforme dans laquelle ne se produiraient plus que des mouvements vibratoires. Si, par exemple, les corps célestes ne sont pas soumis au frottement dans l'éther, si leurs révolutions

(1) *Les Mondes* du 24 février 1883, pp. 283 et 286.
(2) *Loc. cit.*, p. 330.

sont tellement équilibrées qu'un certain nombre d'entre eux ne doivent jamais arriver à s'entre-choquer, on ne voit pas ce qui pourrait amener la conversion de leur énergie visible en calorifique. Mais il reste toujours vrai qu'un état où aucune conversion de ce genre ne peut se produire n'est comparable qu'à la mort ; or, c'est vers un tel état que l'univers marche sans cesse. On peut donc dire qu'en naissant il a été comme nous condamné à mourir, et que la sentence s'accomplit lentement sous nos yeux » (1).

En attendant que cet état limite, cet état d'équilibre stable comparable à la mort physiologique et qu'aucune force naturelle ne serait capable d'ébranler, soit réalisé par tout l'univers, il y a largement le temps nécessaire pour que notre Soleil, passé du commencement du déclin que manifestent aujourd'hui les taches observées à sa surface, à la période de la décrépitude et finalement à l'extinction, n'envoie plus à la terre la somme de chaleur et de lumière nécessaire à l'entretien de la vie, même simplement végétale. Les prévisions des géologues sur le sort particulier réservé à la Terre par le seul jeu des forces naturelles auxquelles elle est plus spécialement soumise, n'ont donc rien d'incompatible avec celles, d'ordre beaucoup plus général, sur l'état limite vers lequel, par une marche insensible mais fatale, se dirige l'univers.

Arrivons maintenant à la première difficulté. Comment concilier, soit l'extinction graduelle et lente de la vie sur le globe par écroulement des continents, siccité, ou absence de chaleur et de lumière, avec les prédictions annonçant une fin brusque et violente par une série de cataclysmes ou le feu jouerait le rôle principal ; soit cette

(1) *Loc. cit.*— On peut observer, soit dit en passant, que, de même que chacun de nous, destiné à mourir naturellement de vieillesse à un âge avancé, peut aussi mourir accidentellement à une période quelconque de la vie normale, de même notre monde, ou même l'univers entier, peut finir plus tôt que ne le comporte sa marche régulière vers l'état limite d'équilibre final et à tout jamais stable. A cet égard, il n'y a rien d'assuré ; mais ce qui est certain, scientifiquement certain, c'est que, tôt ou tard et d'une manière ou d'une autre, notre monde, l'univers même tout entier, est destiné à mourir.

fin elle-même, brusque mais ne concernant que notre globe et la portion de l'univers la plus voisine, portion infime relativement à l'ensemble, avec l'extinction générale de cet ensemble; soit enfin cette marche insensible mais fatale vers l'état limite irrémédiablement fixé, avec cette rénovation, régénération ou création nouvelle des cieux et de la terre, annoncée par des textes formels? Voici, en effet, comment s'exprime le prophète Isaïe :

« Voilà que je crée des cieux nouveaux et une terre nouvelle, et le passé sera oublié. Vous vous réjouirez et serez éternellement joyeux dans les choses que je crée, parce que je crée Jérusalem dans l'exaltation et son peuple dans la joie » (1).

« Comme les cieux nouveaux et la terre nouvelle que je fais subsister devant moi, dit le Seigneur, ainsi subsisteront votre race et votre nom » (2).

Ces cieux nouveaux et cette terre nouvelle sont également attestés par saint Jean, au chapitre XXI de l'Apocalypse, verset 1er :

« Et je vis un ciel nouveau et une terre nouvelle. Car le premier ciel et la première terre sont passés, et la mer n'est plus » (3).

Quant à saint Pierre, après avoir annoncé l'embrasement des cieux et la dissolution des éléments par le feu, comme on l'a rapporté dans le paragraphe II ci-dessus, il ajoute :

« Mais nous attendons, selon la promesse du Seigneur, de nouveaux cieux et une nouvelle terre dans lesquels habitera la justice » (4).

(1) Ecce enim creo coelos novos et terram novam; et non erunt in memoria priora, et non ascendent super cor, sed gaudebitis et exultabitis usque in sempiternum in his quae ego creo, quia ecce ego creo Jerusalem exultationem, et populum ejus gaudium. *Is.*, LXV, 17, 18.

(2) Quia sicut coeli novi et terra nova quae ego facio stare coram me, dicit Dominus, sic stabit semen vestrum et nomen vestrum. *Is.*, LXVI, 22.

(3) Et vidi coelum novum et terram novam. Primum enim coelum et prima terra abiit, et mare jam non est. *Apoc.*, XXI, 1.

(4) Novos vero coelos et novam terram secundum promissa Ipsius expectamus, in quibus justitia habitat. II. *Petr.*, III, 13.

Saint Paul fait également allusion à cette rénovation future des cieux et de la terre, au chapitre 1er de l'Épître aux Éphésiens, verset 10; il y annonce la volonté de Dieu de restaurer dans le Christ, lors de l'accomplissement de la plénitude des temps, *tout ce qui est dans les cieux et tout ce qui est sur la terre* (1).

Si large que soit la part faite au symbolisme, il est bien difficile de ne voir, dans ces textes, que de simples allégories, surtout quand on les rapproche les uns des autres. Sans doute Isaïe s'adresse plus particulièrement au peuple juif; mais comment ne pas comprendre cette Jérusalem que Dieu crée dans l'exultation de la joie, comme une image transparente de la Jérusalem céleste, autrement dit du ciel après la fin du temps? Et quand, aux dernières lignes de son dernier discours, le prophète revient encore sur ces nouveaux cieux et cette nouvelle terre que Dieu doit créer pour les faire subsister devant lui, *quae ego facio stare coram me*, comment la pensée ne se reporterait-elle pas à cette éternité durant laquelle seront glorifiés la race et le nom du peuple fidèle?

C'est bien ainsi que le comprend l'éminent exégète de notre temps, M. l'abbé Vigouroux. Dans ses annotations de la Bible de Glaire, il accompagne le verset 17, au chapitre LXV d'Isaïe, *Ecce enim creo coelos novos*, etc., de cette sagace remarque : « Saint Jean décrit sous de semblables symboles le bonheur des élus » (*Apocal.*, XXI, 1-4). Et en effet l'apôtre, dans sa vision prophétique, *voit* ce ciel nouveau et cette terre nouvelle remplacer le premier ciel et la première terre. Que ce soit là, avant tout, le symbole du bonheur des élus, cela n'est pas douteux; mais ce doit être en même temps l'expression d'une vérité directe et concrète, car, la résurrection générale devant reconstituer, dans des conditions nouvelles, le composé humain

(1) ... Quod proposuit in eo, — in dispensatione plenitudinis temporum, instaurare omnia in Christo, quae in coelis, et quae in terra sunt, in Ipso.

chez tous les hommes, le ciel sera localisé (1); n'est-ce pas, dès lors, au séjour des élus que fait allusion saint Jean?

Cette interprétation est fortifiée encore par les deux textes de saint Pierre et de saint Paul cités tout à l'heure, de saint Pierre attendant les nouveaux cieux et la nouvelle terre où règnera la justice, de saint Paul annonçant la restauration dans le Christ « de tout ce qui est dans les cieux et de tout ce qui est sur la terre. »

S'il en est ainsi, — et nous ne croyons pas que cela puisse être bien sérieusement contesté, — comment faire, je ne dirai pas pour « adapter » cette plausible interprétation des textes « aux conceptions scientifiques, » mais bien pour établir que celles-ci ne viennent pas en opposition aux textes sacrés?

Si, après la consommation des siècles, alors que, suivant l'expression de l'ange de l'Apocalypse, il n'y aura plus de temps, *tempus non erit amplius* (2), que le ciel aura été replié, enroulé comme les feuilles d'un manuscrit, *et coelum recessit sicut liber involutus* (3), une création nouvelle vient à surgir ; ou, mieux encore, si l'ancien univers, après une violente commotion, est renouvelé et régénéré, que devient l'état limite d'équilibre stable à tout jamais annoncé par les savants? Comment, d'autre part, concevoir une fin du monde partielle, réduite à notre petit monde subsolaire, alors que l'Écriture parle de *toutes choses,* au ciel et sur la terre, *omnia quae in coelis et quae in terra sunt*, *in Christo*, ce qui veut dire que, en et par le Christ, *tout* sera renouvelé au ciel et sur la terre? Enfin, il ne saurait être question, en tout cela, de fin de notre monde par l'écroulement des continents, par le dessèchement ou par le froid.

(1) Il l'est même déjà, au moins pour Jésus-Christ en tant qu'homme et pour la Sainte Vierge, dont les résurrections ont précédé celles des autres hommes. Cf. Jules Didiot, *Dictionnaire apologétique* de Jaugey, art. *Ciel.*

(2) *Apoc.*, x, 6.

(3) *Ibid.*, vi, 14.

La réponse est facile et multiple. Elle a déjà été fournie en partie au paragraphe III de la présente étude, en réponse à la querelle qu'un zèle malencontreux avait fait chercher à un éminent géologue, et cette réponse peut suffire à elle seule. Elle se résume en ceci :

La science prévoit ce qui peut ou doit arriver d'après ses propres données. Les prédictions de l'Écriture se rapportant à une action spéciale de la toute-puissance divine, peuvent *supprimer* les conséquences prévues ; elles ne les contredisent pas.

Mais il y a autre chose à dire encore.

Il ne faut pas prendre toujours au pied de la lettre, dans les textes sacrés, les expressions hyperboliques que comportent le style, les habitudes de langage et les mœurs des sociétés contemporaines de leur rédaction.

« Les cieux et la terre », « *toutes choses* au ciel et sur la terre », ne comprennent pas nécessairement l'univers tout entier, autrement dit l'immensité des espaces sidéraux que peuplent des milliers et des millions d'étoiles. Personne n'ignore que l'aspect du ciel, pour nos yeux humains, est essentiellement subordonné à la position de la terre par rapport aux autres astres ainsi qu'à ses conditions atmosphériques. Il suffirait de changements moindres même que ceux qu'on peut déduire des cataclysmes terrestres annoncés par saint Pierre, ou résultant, d'après les données de la science, d'une des rencontres possibles énumérées au début des présentes pages, pour que l'aspect du ciel fût, par là-même, profondément changé, et alors que rien n'eût été modifié au delà des limites de notre système solaire.

Par conséquent la fin du monde pourrait arriver dès à présent, tous les cataclysmes annoncés se réaliser, par rapport à l'homme, dans la portion de l'univers qui l'intéresse directement, et toutes les prophéties s'accomplir intégralement, sans que le surplus de l'univers en fût atteint ; il continuerait, comme si de rien n'était, en

dehors de notre petit monde, sa marche normale pouvant durer encore des milliers et des millions de siècles.

Ce n'est pas tout.

Cette expression « l'Univers » doit se prendre au sens collectif. Il y a plusieurs univers ; il y en a même un grand nombre.

Si nous considérons, par une belle nuit, les nombreuses étoiles que notre œil, sans secours spécial, aperçoit au-dessus de notre tête, nous remarquons, parcourant le firmament, cette traînée blanchâtre que les anciens avaient poétiquement appelée la *voie lactée*, supposant qu'elle provenait de quelques gouttes de lait échappées au sein divin de la reine des dieux. On sait aujourd'hui que cette lueur provient de myriades d'étoiles, trop éloignées pour être perçues distinctement sur notre rétine, mais que le télescope et la photographie parviennent à dénombrer. Elle nous représente la plus grande épaisseur d'une agglomération, d'un groupe stellaire dont notre Soleil, et notre Terre par conséquent, occuperaient une position voisine du centre. Ce serait là *notre* univers.

Mais dans les interstices, dans les vides laissés entre elles par ces étoiles innombrables, le télescope découvre bien d'autres choses encore. Il constate l'existence, dans les profondeurs de l'infini, de nombreux groupes analogues, apparaissant d'abord comme des taches nébuleuses plus ou moins diffuses. A l'aide d'instruments plus puissants, beaucoup de ces lueurs ont été résolues, comme notre voie lactée, en multitudes d'étoiles ; au moyen du spectroscope, on en a distingué d'autres actuellement irréductibles en étoiles. Elles représentent, à divers degrés de concentration, la matière cosmique, des univers futurs en voie de formation.

D'où il résulte que, tandis que la loi de la conservation de l'énergie et de sa marche vers un état limite, peut en être, pour notre univers galactique, vers le milieu de son évolution, elle ne doit être que dans ses premiers commencements en ces lointains univers en germe.

Tant et si bien que, une fois écoulés les millions ou milliards de siècles nécessaires pour que notre groupe stellaire soit parvenu à son état d'équilibre final, d'autres univers subsisteraient, les uns approchant de leur terme, d'autres au milieu, d'autres à divers degrés du début de leur évolution ; et ainsi à l'infini, s'il plaisait au Créateur de continuer sans interruption, dans un cycle grandiose et sans fin, son œuvre créatrice, dont les Élus, au sein de la gloire, contempleraient les merveilles sans cesse renaissantes.

Ainsi de nouveaux cieux et des terres nouvelles ; après la fin de notre monde terrestre et temporaire, se succéderaient d'éternité en éternité, *ab aeterno in aeternum,* pour parler comme Newton.

Ce sont là des hypothèses. Mais ces hypothèses se concilient également avec les données actuelles de la science, comme avec ce que le dogme nous enseigne et ce que permet l'interprétation des saintes Écritures.

N'est-ce point, par là-même, un hommage que la science humaine rend à la science divine, et doit-on taxer de dangereux ou d'inutiles des rapprochements qui justifient si pleinement cette autre parole du texte sacré :

Coeli enarrant gloriam Dei, et opera manuum ejus annuntiat firmamentum (1).

Ch. de Kirwan.

(1) *Ps.* XVIII, 2.

PHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE

Nous avions publié (1), il y a quelque temps, dans les feuilles de cette *Revue*, quelques réflexions sur les théories physiques ; nous nous étions attaché surtout à marquer le rôle exact des théories physiques, qui ne sont, selon nous, que des moyens de classer et de coordonner les lois expérimentales et non pas des explications métaphysiques nous dévoilant les causes des phénomènes.

Cette idée n'a pas été du goût de tous les penseurs ; plusieurs se sont inscrits en faux contre notre affirmation et se sont élevés fort vivement contre elle ; tout récemment, l'un des membres les plus justement estimés de notre Société scientifique, M. Vicaire, a consacré à la combattre un article (2) de la *Revue des questions scientifiques*.

Sans vouloir traiter ici toutes les objections explicitement ou implicitement soulevées par M. Vicaire contre notre manière de voir, nous pensons que sa thèse peut se résumer fidèlement de la manière suivante :

Il n'est pas vrai que la science positive, en construisant ses théories, ait simplement pour objet de classer les lois

(1) P. Duhem. *Quelques réflexions au sujet des théories physiques.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, tome I, janvier 1892.

(2) E. Vicaire. *De la valeur objective des hypothèses physiques.* IBID., tome III, avril 1893.

expérimentales; son légitime objet est la recherche des causes; le nier, c'est soutenir une doctrine suspecte de positivisme et capable de mener au scepticisme; cette doctrine, condamnée par toute la tradition des grands physiciens, est dangereuse, car elle tue l'activité scientifique.

C'est cette thèse, opposée à la nôtre, que nous nous proposons de combattre point par point.

Afin d'éviter toute confusion à ceux de nos lecteurs qui sont habitués aux termes de la philosophie scolastique, nous commencerons par une remarque importante.

Pour nous conformer au langage moderne, nous nommons *physique* l'étude expérimentale des choses inanimées envisagée dans ses trois phases : la constatation des faits, la découverte des lois, la construction des théories ; nous regardons la recherche de l'essence des choses matérielles en tant que causes des phénomènes physiques comme une subdivision de la *métaphysique*, subdivision qui forme, avec l'étude de la matière vivante, la *cosmologie*. Cette division ne correspond pas exactement à la division péripatéticienne : l'étude de l'essence des choses constitue, dans la philosophie péripatéticienne, la *métaphysique;* l'étude du *mouvement* des choses matérielles, c'est-à-dire des modifications que l'essence de ces choses subit par tout passage de la puissance à l'acte, est la *physique;* la physique et la métaphysique péripatéticienne sont réunies sous le nom de *métaphysique* dans notre langage moderne ; la *physique* péripatéticienne est notre *cosmologie;* quant à l'étude expérimentale des lois physiques et à leur réunion en théories, la philosophie péripatéticienne ne donne pas à cette science de nom spécial ; une seule branche de cette science, l'*astronomie*, avait, à l'époque d'Aristote, un développement capable d'attirer l'attention ; aussi ce que nous dirons en général de la *physique*, entendue au sens moderne, correspond à peu près à ce que les anciens disaient de l'*astronomie*.

I

DISTINCTION ENTRE LA PHYSIQUE ET LA MÉTAPHYSIQUE.

L'intelligence de l'homme n'a pas la connaissance directe, la vision immédiate de l'essence des choses extérieures; ce que nous connaissons directement de ces choses, ce sont les phénomènes dont elles sont le siège et la succession de ces phénomènes.

De la connaissance des phénomènes, nous pouvons tirer une certaine connaissance des choses elles-mêmes, parce qu'elles sont les causes efficientes de ces phénomènes et que la connaissance d'un effet nous fournit certains renseignements sur la substance qui cause cet effet, sans nous donner cependant une connaissance pleine et adéquate de cette substance.

Ainsi, pour acquérir une intelligence du monde extérieur aussi complète que le permettent nos moyens de connaître, il nous faut gravir successivement deux degrés de science : il nous faut, en premier lieu, étudier les phénomènes et établir les lois suivant lesquelles ils se succèdent; en second lieu, induire de ces phénomènes les propriétés des substances qui les causent.

La seconde de ces sciences est celle qui a reçu le nom de *métaphysique;* la première se partage en diverses branches, selon la nature des phénomènes étudiés; la branche de science qui étudie les phénomènes dont la matière inanimée est le siège, porte aujourd'hui le nom de *physique.*

Lorsque, dans ce qui va suivre, nous parlerons de la métaphysique, nous entendrons toujours parler de la partie de la métaphysique qui traite de la matière non vivante et qui, par conséquent, correspond à la physique par la nature des choses qu'elle étudie. Cette partie de la métaphysique est souvent nommée *Cosmologie.*

Nous pouvons résumer ce que nous venons de dire dans les deux définitions suivantes :

La physique est l'étude des phénomènes dont la matière brute est le siège et des lois qui les régissent.

La cosmologie cherche à connaître la nature de la matière brute, considérée comme cause des phénomènes et comme raison d'être des lois physiques.

Il y a donc, entre la métaphysique et la physique, une distinction de nature.

Toutefois, il importe de ne pas se méprendre sur l'origine de cette distinction : elle ne découle pas de la nature des choses étudiées, mais seulement de la nature de notre intelligence. Une intelligence qui aurait la vue directe, intuitive, de l'essence des choses — telle, d'après l'enseignement des théologiens, une intelligence angélique — ne ferait pas de distinction entre la physique et la métaphysique ; une telle intelligence ne connaîtrait pas successivement les phénomènes et la substance, cause de ces phénomènes ; elle connaîtrait simultanément la substance et ses modifications. Il en serait de même d'une intelligence qui aurait de l'essence des choses non pas une intuition directe, mais une vue adéquate, bien qu'indirecte, par la vision béatifique de la pensée divine.

II

DANS L'ORDRE LOGIQUE, LA PHYSIQUE PRÉCÈDE LA MÉTAPHYSIQUE.

La connaissance que la métaphysique nous donne des choses est plus intime, plus profonde, que celle qui nous est fournie par la physique ; elle surpasse donc cette dernière en excellence ; mais, si la métaphysique a la priorité sur la physique dans l'ordre d'excellence, elle vient après la physique dans l'ordre logique ; nous ne pouvons

connaître l'essence des choses qu'en tant que cette essence est la cause et la raison d'être des phénomènes et des lois qui les régissent ; l'étude des phénomènes et des lois doit donc précéder la recherche des causes ; c'est ainsi que, lorsqu'on gravit un escalier, le degré le plus élevé est celui que l'on franchit en dernier lieu.

Cette priorité logique de la physique sur la métaphysique est un point essentiel, sur lequel il nous faut insister pour éviter tout malentendu.

Voici, en premier lieu, une proposition qui ne nous semble pas pouvoir être contestée :

Aucune recherche métaphysique touchant la matière brute ne peut être faite logiquement avant que l'on ait acquis une certaine connaissance de la physique.

Il est bien évident, en effet, que l'on ne peut songer à rechercher quoi que ce soit sur les causes des phénomènes avant d'avoir étudié les phénomènes eux-mêmes et d'en avoir acquis une certaine connaissance.

Mais une fois qu'une certaine connaissance de la physique a permis les premières recherches métaphysiques et que ces recherches ont fourni certains renseignements sur la nature des choses matérielles, ne peut-on suivre l'ordre inverse, descendre l'escalier que l'on a gravi, et de ce que l'on sait sur la nature des choses matérielles, déduire les phénomènes qui s'y doivent produire et les lois auxquelles ces phénomènes obéissent ?

Nier d'une manière absolue la possibilité d'une semblable marche de l'esprit nous semblerait au moins téméraire ; théoriquement, il est possible que la connaissance de la nature des choses, obtenue par la métaphysique, permette d'établir, par voie déductive, une vérité physique ; mais, pratiquement, la méthode qui consisterait à prendre la métaphysique pour point de départ dans la découverte des vérités physiques paraît très difficile et pleine de dangers ; il est aisé d'en découvrir la raison.

La connaissance complète et adéquate des substances

entraîne la connaissance complète et adéquate des phénomènes qu'elles peuvent produire; la connaissance des causes implique la connaissance des effets. Mais la réciproque de cette proposition n'est pas exacte; un même effet peut être produit par plusieurs causes différentes; en sorte que la connaissance, même entière et complète, d'un ensemble de phénomènes, ne saurait nous donner la connaissance complète des substances en lesquelles ils se produisent.

Lors donc que, partant de certaines connaissances physiques, aussi parfaites et étendues que l'on voudra, nous remontons des effets aux causes pour obtenir une métaphysique, nous acquérons de l'essence des choses matérielles une connaissance très incomplète, très imparfaite; cette connaissance procède plutôt par négations que par affirmations; plutôt par exclusion de certaines hypothèses qui pourraient être faites sur la nature des choses que par renseignements positifs sur cette nature; c'est seulement dans quelques cas rares que, par l'exclusion de toutes les hypothèses possibles sauf une, nous parvenons à acquérir un document positif sur l'essence des choses matérielles.

Pour bien comprendre ce point essentiel, il importe de ne jamais confondre les *vérités métaphysiques établies* avec les *systèmes métaphysiques;* les vérités métaphysiques, ce sont les propositions peu nombreuses et, pour la plupart, de forme négative, que nous obtenons en remontant des phénomènes observés aux substances qui les causent; un système métaphysique, au contraire, est un ensemble de jugements positifs, mais hypothétiques pour la plupart, par lesquels un philosophe cherche à relier entre elles, dans un ordre logique et harmonieux, les vérités métaphysiques; un pareil système est acceptable lorsque aucune des hypothèses dont il se compose ne heurte une vérité métaphysique établie; mais il demeure toujours problématique à un haut degré et jamais il ne s'impose à la raison d'une manière inéluctable.

Ce que nous venons de dire au sujet des vérités métaphysiques montre avec évidence comment ces vérités ne peuvent presque jamais devenir le point de départ d'une déduction aboutissant à une découverte physique. Lorsque, en nous appuyant sur la connaissance d'un ensemble de phénomènes, nous sommes parvenus à démontrer l'impossibilité de certaines suppositions touchant les substances en lesquelles se produisent ces phénomènes, à acquérir même certains renseignements positifs au sujet de ces substances, la vue que nous en avons demeure trop générale, trop peu *déterminée*, pour nous faire prévoir l'existence d'une nouvelle classe de phénomènes, pour nous faire deviner une nouvelle loi physique.

Les systèmes métaphysiques nous proposent une définition de la nature des choses plus détaillée, plus déterminée, que celle qui nous est fournie par les vérités métaphysiques démontrées ; par là, les systèmes métaphysiques deviennent, plus aisément que les seules vérités métaphysiques, capables de nous conduire à des conséquences physiques ; mais tandis qu'une conséquence physique déduite de propositions métaphysiques certaines participerait de la certitude de ces dernières, une conséquence physique, déduite d'un système métaphysique, est frappée du caractère douteux, problématique, dont le système est affecté ; elle ne peut être regardée comme établie ; elle n'est qu'une indication que la physique aura à examiner et sur laquelle elle prononcera souverainement.

En résumé, *il est sinon impossible, du moins extrêmement difficile, de déduire de vérités métaphysiques bien établies une vérité physique nouvelle ; quant aux systèmes métaphysiques, ils peuvent suggérer une proposition de physique ; mais la physique seule pourra décider si cette proposition est exacte ou inexacte.*

III

LA PHYSIQUE REPOSE SUR DES PRINCIPES ÉVIDENTS DE SOI ET EN DEHORS DE TOUTE CONSIDÉRATION MÉTAPHYSIQUE.

Puisqu'il est impossible, sinon en théorie, du moins en pratique, de faire sortir aucune vérité physique nouvelle des connaissances métaphysiques que nous pouvons acquérir sur la nature des choses, il faut, de toute nécessité, que la physique puisse se constituer par une méthode propre, indépendante de toute métaphysique. Cette méthode, qui permet d'étudier les phénomènes physiques, de découvrir les lois qui les enchaînent, sans recourir à la métaphysique, c'est la *méthode expérimentale.*

Cette méthode emploie un certain nombre de notions, par exemple les notions de phénomène physique et de loi physique, de corps, d'étendue, de temps, de mouvement; elle repose sur certains principes, tels que les axiomes de la géométrie et de la cinématique, tels que l'existence de lois déterminant l'enchaînement des phénomènes physiques.

Pour user de ces notions, pour faire usage de ces principes, il n'est pas nécessaire d'avoir fait de la métaphysique; d'eux-mêmes, ces principes, ces notions apparaissent à notre intelligence suffisamment certains, suffisamment distincts pour que nous puissions, sans crainte de confusion ni d'erreur, les mettre en œuvre par la méthode expérimentale. En fait, bon nombre de physiciens jouent avec sûreté, avec précision, avec fécondité de ces notions et de ces principes, fondements de la science qu'ils approfondissent et qu'ils développent, sans s'être demandé un seul instant ce que c'est, au point de vue métaphysique, qu'un corps ou qu'une loi.

C'est dans ce sens que l'on peut énoncer la proposition suivante : *La méthode expérimentale repose sur des principes évidents par soi et en dehors de toute métaphysique.*

Il n'en résulte pas que ces fondements de la méthode expérimentale échappent aux prises de la métaphysique et ne puissent devenir, pour cette science, des objets d'étude. En dehors de toute recherche métaphysique, nous avons la notion de corps, la notion de loi, d'une manière assez distincte pour pouvoir faire un usage légitime de ces notions dans toutes les recherches de la physique ; en dehors de toute recherche métaphysique, nous savons que tous les phénomènes dont la matière est le siège sont assujettis à des lois fixes, et la certitude de ce principe est telle que nous pouvons, sans hésitation, consacrer notre vie à la découverte de ces lois ; mais de ce que nous avons une intelligence de ces notions, une assurance de ce principe, suffisantes pour que nous puissions faire usage de ces notions et de ce principe au cours de nos recherches expérimentales, il n'en résulte pas que cette intelligence soit absolument claire et complète, que les fondements sur lesquels repose cette assurance nous soient connus, qu'il ne nous reste plus rien à apprendre touchant ces questions. Par exemple, nous avons du *corps* une idée suffisante pour que nous soyons assurés de ne pas prendre pour un corps quelque chose qui n'en serait pas un ; il n'en résulte pas que nous sachions d'une manière complète et adéquate en quoi consiste un corps ; il n'en résulte pas qu'il nous soit interdit de le rechercher, dans la limite du possible, et de livrer à l'examen métaphysique les fondements de la méthode expérimentale, afin d'en pénétrer l'essence et la raison d'être.

Mais cette recherche métaphysique, quelque importante qu'elle soit en elle-même, est sans contre-coup sur la méthode expérimentale ; en cherchant à nous rendre compte métaphysiquement d'une de ces notions, d'un de ces principes sur lesquels repose la physique, nous ne modifierons en rien l'usage qu'il convient de faire, en physique, de cette notion ou de ce principe. Placez côte à côte un physicien philosophe qui a usé ses veilles à creuser

la notion métaphysique de corps, et un autre physicien qui, voué exclusivement à sa science, n'a jamais réfléchi cinq minutes à cette même notion; tous deux, dans la pratique expérimentale, feront de cette notion le même usage; ce qu'il y a en cette notion d'évident par soi, c'est ce qui est nécessaire et suffisant en physique; ce que la métaphysique y découvre par après est absolument inutile à celui qui n'est et ne veut être que physicien.

Ainsi, *il appartient à la métaphysique de rendre compte des fondements, évidents par eux-mêmes, sur lesquels repose la physique; mais cette étude n'ajoute rien à leur certitude et à leur évidence dans le domaine de la physique.*

IV

LES THÉORIES PHYSIQUES SONT INDÉPENDANTES DE LA MÉTAPHYSIQUE ET RÉCIPROQUEMENT.

Toute science expérimentale est composée au moins de deux phases: la constatation des faits et leur réduction en lois; mais en celles qui, comme la physique, sont parvenues à un degré suffisant de perfection, une troisième phase vient s'adjoindre aux deux autres: c'est la phase théorique. Sans elle, les lois expérimentales formeraient un amas confus et inextricable où l'esprit aurait une peine extrême à s'orienter, où il découvrirait difficilement la loi dont, dans chaque cas particulier, il a à faire usage. *La théorie a pour but de classer les lois expérimentales.* Entre un ensemble de lois expérimentales prises telles que l'expérience les a fait découvrir et le même ensemble de lois reliées par une théorie, il y a la même différence qu'entre un amas de documents amoncelés pêle-mêle et les mêmes documents soigneusement classés en une collection méthodique; ce sont les mêmes documents; ils disent exacte-

ment la même chose et de la même manière ; mais, dans le premier cas, leur désordre les rend inutiles, car on n'est jamais sûr de retrouver le document dont on a besoin au moment où on en aura besoin ; tandis que, dans le second cas, ces documents sont rendus féconds par un groupement méthodique qui met sûrement et sans peine, entre les mains du chercheur, le document désiré.

Les lois physiques gardent exactement le même sens lorsqu'une théorie les relie que lorsqu'elles sont disséminées et isolées ; elles ne nous apprennent rien de plus dans le premier cas que dans le second ; seulement, dans le premier cas, elles sont plus aisées à embrasser, plus aptes à être employées, que dans le second. La science physique ne change donc pas de caractère et de portée en devenant théorique ; elle devient plus parfaite de forme, mieux ordonnée, plus simple et, par conséquent, plus belle ; elle demeure la même quant au fond ; elle reste physique, elle ne devient pas métaphysique. *La théorie physique, en classant un ensemble de lois expérimentales, ne nous enseigne absolument rien sur la raison d'être de ces lois et sur la nature des phénomènes qu'elles régissent.*

Ainsi comprise, ainsi réduite à son véritable rôle, la théorie physique devient, comme la physique tout entière, absolument indépendante de la métaphysique ; puisque aucune des propositions dont l'ensemble constitue une théorie physique n'est un jugement sur la nature des choses, aucune de ces propositions ne peut jamais être en contradiction avec une vérité métaphysique qui, elle, est toujours un jugement sur la nature des choses ; cette différence essentielle entre une proposition de physique théorique et une vérité métaphysique montre également que l'une ne peut jamais être identique à l'autre. *Il est donc absurde de chercher, parmi les vérités métaphysiques, soit la confirmation, soit la condamnation d'une théorie physique, du moins tant que celle-ci demeure confinée au domaine qui lui est propre.*

Réciproquement, puisqu'une théorie physique, en classant un ensemble de lois, n'ajoute absolument rien au contenu de ces lois, elle ne fournit comme point de départ à la recherche métaphysique aucune donnée autre que celles que l'on pourrait tirer de ces mêmes lois non classées, non réduites en théorie. Par conséquent, tandis que les lois physiques sont le point de départ logique de toute recherche métaphysique touchant l'essence des choses matérielles, les théories physiques ne sauraient exercer aucune influence directe sur les progrès de cette recherche ; si elles servent la métaphysique, c'est indirectement, en rendant les lois physiques qu'elles classent et résument plus aisément présentes à l'esprit du philosophe. *La subordination qu'une théorie établit entre diverses lois physiques en vue de les classer ne nous oblige nullement à admettre une subordination semblable entre les lois métaphysiques dont ces lois physiques sont la manifestation.*

On peut résumer les deux propositions que nous venons d'établir en disant que *les théories physiques et les vérités métaphysiques sont indépendantes les unes des autres.*

Comme c'est là le point essentiel de notre discussion, donnons encore quelques éclaircissements, afin d'éviter toute méprise.

Imaginons que nous soyons parvenus à une connaissance métaphysique approfondie, détaillée, de l'essence des choses matérielles ; les lois physiques, qui découlent de cette essence, nous apparaîtraient dans un ordre, dans une subordination qui résulteraient de leur nature même; il est bien certain que cet ordre nous donnerait de ces lois physiques la plus parfaite classification; il est bien certain qu'une explication métaphysique complète de la nature des choses matérielles nous fournirait, par le fait même, la plus parfaite des théories physiques. Mais, remarquons-le bien, lors même que nous connaîtrions cette théorie physique, reproduction de l'ordre métaphysique, nous serions encore libres logiquement d'en adopter une autre,

d'enchaîner les lois physiques dans un ordre différent, d'accepter un autre mode de représentation des phénomènes physiques ; sans doute, en repoussant la première théorie, nous serions déraisonnables, parce qu'elle est plus parfaite ; nous pécherions contre la loi qui veut qu'en tout ordre de choses nous choisissions ce qui excelle ; mais nous ne violerions aucun principe de logique ; nous ne commettrions pas une absurdité. Une classification, en effet, n'est pas un jugement ; elle peut être commode ou incommode, bonne ou mauvaise ; elle ne peut pas être vraie ou fausse.

D'ailleurs, l'hypothèse dans laquelle nous venons de nous placer est purement idéale ; nos connaissances métaphysiques certaines, nous l'avons vu, sont trop peu déterminatives, sont d'un caractère trop négatif, pour nous marquer dans quel ordre les diverses lois physiques se subordonnent les unes aux autres, pour nous donner de ces lois une classification susceptible d'être érigée en théorie physique. Pour déduire de la métaphysique une théorie physique déterminée, il faut s'appuyer non pas seulement sur des vérités métaphysiques démontrées, mais sur un système métaphysique ; et, de fait, il n'est presque aucun système métaphysique qui n'ait cherché à établir des théories physiques ; mais un système métaphysique, quelque acceptable, quelque satisfaisant qu'on le suppose, est toujours hypothétique à un haut degré ; il n'est donc nullement évident qu'une théorie physique déduite d'un système métaphysique soit meilleure qu'une autre théorie établie en dehors de toute considération sur l'essence des choses.

Ainsi une théorie physique, tant qu'elle demeure en son domaine propre et qu'elle se propose seulement de classer les lois expérimentales, est absolument indépendante de toute métaphysique ; et non seulement elle ne dépend pas des systèmes métaphysiques plus ou moins vraisemblables qui se partagent les écoles philosophiques, mais encore

elle est indépendante des vérités métaphysiques les mieux établies touchant l'essence des choses matérielles; en sorte qu'elle demeure également acceptable non seulement pour ceux qui soutiennent les systèmes métaphysiques les plus différents, mais encore pour ceux qui nieraient les vérités métaphysiques les mieux démontrées; cantonnée dans son fort, elle ne craint que deux sortes d'adversaires : les physiciens qui la contestent soit au nom de l'expérience, soit au nom d'autres théories physiques, et les sceptiques qui nient l'évidence et la certitude de quelqu'une des notions, de quelqu'un des principes sur lesquels repose logiquement la science expérimentale; ces derniers, la physique n'a pas qualité pour les combattre; elle n'est pas armée pour cela; c'est à la métaphysique de montrer que les fondements de la méthode expérimentale sont solides; le physicien est tenu d'admettre cette vérité comme évidente; sur le terrain propre de ses théories, le physicien ne peut et ne doit accepter le combat qu'avec le physicien.

V

LA THÈSE PRÉCÉDEMMENT EXPOSÉE N'EST NI SCEPTIQUE, NI POSITIVISTE.

Nous venons d'exposer la thèse essentielle, selon nous, de l'indépendance mutuelle entre les théories physiques et les recherches métaphysiques; essayons maintenant de dissiper quelques-unes des objections que l'on adresse le plus souvent à cette thèse.

Affirmer la séparation naturelle qui existe entre les théories physiques et les doctrines métaphysiques, est-ce ouvrir une porte au scepticisme? est-ce faire une concession au positivisme?

Il est presque impossible de marquer à une science ses justes limites, celles que lui imposent et la nature des

objets qu'elle étudie et la nature de notre esprit, sans s'entendre aussitôt accuser de scepticisme. Il semble à certains que chacune des méthodes logiques dont dispose notre raison est toute-puissante ; que chacune d'elles peut aborder tous les sujets et en révéler les secrets les plus cachés ; dans l'atelier de la connaissance humaine, chaque outil est propre, suivant eux, aux besognes les plus diverses, et notre intelligence ressemble un peu à ce chimiste qui se vantait de savoir limer avec une scie et scier avec une lime. Funeste prétention du dogmatisme, qui engendre les pires erreurs et fournit au scepticisme ses arguments les plus troublants! Interrogez une âme que ronge le doute, non pas ce doute facile et léger né de la paresse et de la vanité, mais le doute anxieux et douloureux issu de l'analyse et de la méditation ; cherchez par quelle voie le doute a pénétré dans cette âme ; demandez-lui comment s'est évanouie sa foi en la raison ; toujours vous recevrez une réponse semblable ; toujours elle a désespéré parce que des déductions soigneusement liées l'amenaient à une conclusion manifestement fausse, parce qu'une âpre recherche se refusait à produire un résultat attendu ; examinez alors d'où venait cette erreur, d'où venait cette stérilité : toujours d'une extension illégitime donnée à une méthode logique légitime. L'outil était disposé pour un ouvrage déterminé ; l'ouvrier a voulu lui donner une autre destination ; il a eu beau le manier longtemps, user ses forces, déployer sa dextérité, il n'a rien fait ou n'a fait que de mauvaise besogne ; alors, rebuté, il a jeté l'outil loin de lui et s'est croisé les bras.

Voulez-vous ramener au travail ce découragé ? Voulez-vous, à l'avenir, lui éviter les mécomptes et les déceptions ? Enseignez-lui l'usage exact de ses outils ; enseignez-lui qu'une scie n'est bonne qu'à scier et une lime à limer. Il en va de même avec les moyens de connaître que Dieu a mis à la disposition de notre raison. Rien de plus propre à favoriser le scepticisme que de confondre les domaines

des diverses sciences; rien, au contraire, de plus efficace contre cette tendance dissolvante que la définition exacte des diverses méthodes et la démarcation précise du champ que chacune d'elles doit explorer.

En niant à la métaphysique le droit de régenter les recherches physiques, en niant aux théories physiques le droit de s'ériger en explications métaphysiques, sommes-nous positiviste? Nous soutenons que les sciences positives doivent être traitées par les méthodes propres aux sciences positives; nous soutenons que ces méthodes reposent sur des principes évidents de soi et peuvent fonctionner indépendamment de toute recherche métaphysique; nous soutenons que ces méthodes, efficaces dans l'observation des phénomènes et dans la découverte des lois, sont incapables de saisir les causes et d'atteindre les substances; mais ce n'est pas là être positiviste. Être positiviste, c'est affirmer qu'il n'y a pas d'autre méthode logique que la méthode des sciences positives; que ce qui est inabordable à cette méthode, que ce qui est inconnaissable aux sciences positives, est en soi et absolument inconnaissable; est-ce là ce que nous soutenons?

Voulez-vous faire le jeu du positivisme? Confondez le domaine de la métaphysique avec le domaine de la physique, la méthode métaphysique avec la méthode expérimentale; discutez les théories physiques par des raisons tirées des systèmes métaphysiques; englobez, dans vos systèmes métaphysiques, les théories de la science positive. Le positiviste n'aura pas de peine à vous démontrer que les méthodes physiques ne peuvent atteindre les conséquences que vous prétendez en déduire, et il en conclura que les fondements de la métaphysique chancellent; il n'aura pas de peine à vous démontrer que vos déductions métaphysiques ne peuvent rien à l'endroit de théories physiques appuyées sur des lois expérimentales, et il en conclura que la métaphysique est condamnée par ses conséquences.

Si vous n'établissez pas une séparation radicale entre la physique et la métaphysique, si vous les confondez, vous êtes tenus de reconnaître que la méthode physique est bonne même en métaphysique ; c'est donner gain de cause au positivisme.

VI

LA THÈSE PRÉCÉDENTE AU POINT DE VUE DE LA TRADITION.

Ceux qui combattent la thèse précédente se prétendent volontiers appuyés sur la tradition ; d'après eux, tous les grands penseurs, tous les grands savants, ont considéré les théories physiques comme une tentative, comme un progrès vers l'explication métaphysique des choses ; tous ont cherché non pas à classer les phénomènes, mais à en découvrir les causes ; c'est l'espoir de rendre raison des effets physiques qui leur a donné le courage de poursuivre leurs recherches, et la fécondité de celles-ci nous montre avec évidence que cet espoir n'était pas une illusion.

Rien de plus faux, au point de vue historique, que cette manière d'envisager la tradition.

Aristote et la philosophie péripatéticienne admettaient, au sujet des rapports entre la physique et la métaphysique, une thèse qui concorde essentiellement avec celle que nous avons développée ; ils n'en faisaient guère l'application qu'à l'astronomie, seule branche de la physique qui fût développée à cette époque, mais ce qu'ils disaient du mouvement des astres s'entend sans peine des autres phénomènes naturels. « Ils séparaient nettement (1) l'*Astronomie,* science des *phénomènes* célestes, de la recherche des *causes* des mouvements des astres et des

(1) P. Mansion. *Sur les principes fondamentaux de la géométrie, de la mécanique et de l'astronomie.* Paris, Gauthier-Villars, 1893.

spéculations sur la réalité et la non-réalité de ces mouvements; les études de ce genre étaient réservées à la *Physique,* c'est-à-dire à cette partie de la philosophie appelée aujourd'hui *Cosmologie.* Dès lors, le choix des hypothèses astronomiques était pour eux chose indifférente, et il n'y avait aucun inconvénient à adopter le point de vue géocentrique, plus conforme aux apparences et d'application plus directe que l'autre. »

Schiaparelli cite, à ce propos, un passage caractéristique de Posidonius (ou de son abréviateur Geminus), conservé par Simplicius, le commentateur d'Aristote : « Il est indifférent pour l'astronome de savoir ce qui est immobile et ce qui se meut. Il peut admettre toute hypothèse qui représente les phénomènes, par exemple celle qui est rapportée par Héraclite du Pont, d'après laquelle l'anomalie des planètes par rapport au Soleil est expliquée au moyen d'un mouvement de la Terre autour du Soleil, considéré comme fixe. L'astronome doit ensuite recourir aux physiciens pour les principes fondamentaux de ses recherches. »

Tous les commentateurs d'Aristote adoptent l'opinion si clairement exprimée dans le passage que nous venons de citer; c'est ainsi que saint Thomas d'Aquin, dans le commentaire du *De Coelo* d'Aristote, s'exprime ainsi sur les hypothèses des astronomes *(Ad. lect.* XVII, lib. II) :

Illorum (Astrologorum) autem suppositiones quas adinvenerunt, non est necessarium esse veras : licet enim talibus suppositionibus factis appareant solvere, non tamen oportet dicere has suppositiones esse veras, quia forte secundum aliquem alium modum nondum ab hominibus comprehensum apparentia circa stellas salvatur. Aristoteles tamen utitur hujusmodi suppositionibus ad qualitatem motuum tanquam veris.

Ce ne sont pas seulement les philosophes de l'antiquité et du moyen âge qui séparent les hypothèses purement représentatives, sans portée métaphysique, dont le physi-

cien se sert pour classer les faits, de l'explication véritable de ces mêmes faits; les astronomes, les physiciens conforment leurs écrits à ces principes.

Par exemple, lorsque Archimède entreprend d'écrire une théorie mathématique des corps flottants, — la première théorie de physique mathématique qui ait été composée, — il ne cherche pas à savoir ce que les liquides sont en eux-mêmes et à découvrir la raison d'être métaphysique de leurs propriétés; il se contente d'énoncer une proposition, qu'il nomme *hypothèse*, et de démontrer que les lois physiques des corps flottants peuvent se déduire logiquement de cette hypothèse. Cette hypothèse fondamentale d'Archimède peut s'énoncer de la manière suivante (1) :

« Supposons que tout liquide soit de telle nature que si l'on considère les parties en contact situées sur une même surface normale à la direction de la pesanteur, la moins poussée cède à celle qui l'est plus. Disons encore que chacune des parties est poussée par le liquide qui est au-dessus d'elle suivant la verticale. »

On voit clairement, par la nature même de cette hypothèse, qu'elle ne prétend pas être une explication métaphysique des propriétés des liquides; la raison d'être de ces propriétés ne devient en aucune façon plus apparente lorsque Archimède montre qu'on les peut toutes tirer logiquement de la proposition précédente; seulement ces propriétés sont alors classées et condensées; en sorte que la première théorie de physique mathématique qui ait été écrite est en même temps le modèle des théories telles que nous les entendons.

Copernic (2) procède en astronomie comme Archimède

(1) " *Supponatur humidum habens talem naturam ut partibus ipsius ex aequo jacentibus et existentibus continuis expellatur minus pulsa a magis pulsa, et unaquaeque autem partium ipsius pellatur humido quod supra ipsius existente secundum perpendicularem.* „ — V. *Le Traité des corps flottants d'Archimède*, trad. nouvelle par M. Adrien Legrand. JOURNAL DE PHYSIQUE, 2e série, tome X, pp. 437-457, 1891.

(2) Ce qui suit, concernant Copernic, est extrait de P. MANSION, *loc. cit.*

en hydrostatique. « On a retrouvé de nos jours une espèce de résumé ou d'annonce de son livre des *Révolutions*, résumé qu'il a écrit vers 1530. Le titre de cet opuscule est : « *Nicolai Copernici de* HYPOTHESIBUS *motuum coelestium a se constitutis commentariolus.* » Dans le préambule, il annonce qu'il va expliquer le système du monde mieux que ses devanciers : « *Si nobis aliquae* PETITIONES, *quas axiomata vocant, concedantur.* » Suivent sept postulats, où il demande qu'on lui accorde l'immobilité du Soleil, la mobilité de la Terre, l'énorme distance des étoiles, etc.

» Dans la *Narratio prima* de Rheticus, annonce plus étendue écrite sous l'inspiration et sans doute sous les yeux de Copernic, il n'est partout question que d'hypothèses anciennes ou nouvelles.

» Il en est de même dans le livre des *Révolutions*. Dans deux chapitres seulement, Copernic quitte le terrain de l'astronomie pour aborder celui de la physique, au sens aristotélicien, c'est-à-dire de la cosmologie. Dans l'un (lib. I, cap. VII), il expose les raisons de Ptolémée en faveur de l'immobilité de la Terre ; dans l'autre (cap. VIII), il essaie de montrer qu'elles sont peu probantes en se plaçant au point de vue de la physique. Il conclut modestement : « *Vides ergo quod ex his omnibus,* PROBABILIOR *sit mobilitas terrae quam ejus quies, praesertim in quotidiana revolutione, tanquam terrae maxime propria.* »

» Mais, dans tout le reste de l'ouvrage, il écrit au point de vue phénoménal ; il se contente de donner une explication systématique des mouvements célestes, *solis immobilitate concessa,* ou *per assumptam telluris mobilitatem,* comme il le dit en maintes occasions.

» L'auteur (Osiander probablement) de la préface anonyme du livre des *Révolutions* a donc résumé à la fois la tradition thomiste et la pensée de Copernic, au lieu de la trahir, comme on l'a dit souvent, en écrivant les passages suivants : « *Neque enim necesse est eas hypotheses esse veras, imo ne verisimiles quidem, sed sufficit hoc unum si*

« *calculum observationibus congruentem exhibeant... Neque* « *quisquam, quod ad hypotheses attinet, quicquam* CERTI *ab* » *astronomia expectet, cum ipsa nihil præstare queat.* »

A la fin du XVIe siècle et au commencement du XVIIe siècle, l'esprit humain subit l'une des plus grandes révolutions qui aient bouleversé le monde de la pensée. Les règles logiques, tracées par le génie grec, avaient été acceptées jusque-là avec une intelligente docilité par les maîtres de l'École, puis avec une étroite servilité par la scolastique en décadence; à ce moment, les penseurs les rejettent; ils prétendent réformer la logique, forger à nouveau les outils dont se sert la raison humaine, et, avec Bacon, créer un *novum organum;* ils brisent les lignes de démarcation établies par les péripatéticiens entre les diverses branches du savoir humain; le *distinguo,* qui servait à délimiter exactement les questions et à marquer à chaque méthode le champ qui lui est propre, devient un terme ridicule dont s'empare la comédie; alors, on voit disparaître l'ancienne barrière qui séparait l'étude des phénomènes physiques et de leurs lois d'avec la recherche des causes; alors, on voit les théories physiques prises pour des explications métaphysiques, les systèmes métaphysiques chercher à établir, par voie déductive, des théories physiques.

L'illusion que les théories physiques atteignent les véritables causes et la raison même des choses pénètre en tout sens les écrits de Képler et de Galilée; les discussions qui composent le procès de Galilée seraient incompréhensibles à qui n'y verrait pas la lutte entre le physicien qui veut que ses théories soient non seulement la représentation, mais encore l'*explication* des phénomènes, et les théologiens qui maintiennent l'ancienne distinction et n'admettent pas que les raisonnements physiques et mécaniques de Galilée puissent quoi que ce soit à l'encontre de leur cosmologie.

Mais celui qui a le plus contribué à rompre la barrière entre la physique et la métaphysique, c'est Descartes.

La méthode de Descartes révoque en doute les principes de toutes nos connaissances et les laisse suspendus à ce doute méthodique jusqu'au moment où elle parvient à en démontrer la légitimité par une longue chaîne de déductions issue du célèbre « Je pense, donc je suis ». Rien de plus contraire qu'une semblable méthode à l'idée péripatéticienne, selon laquelle une science telle que la physique repose sur des principes évidents par eux-mêmes, dont la métaphysique peut creuser la nature, mais dont elle ne peut accroître la certitude.

La première proposition de physique que Descartes établit, en suivant sa méthode, lui donne, selon lui, la connaissance de l'essence même de la matière. « La nature du corps consiste en cela seul qu'il est une substance qui a de l'extension. » L'essence de la matière étant ainsi connue, on pourra, par la méthode de la géométrie, en déduire l'explication de tous les phénomènes naturels. « Je ne reçois point de principes en physique, » dit Descartes, résumant la méthode par laquelle il prétend traiter cette science, « qui ne soient aussi reçus en mathématiques, afin de pouvoir prouver par démonstration tout ce que j'en déduirai, et ces principes suffisent, d'autant que tous les phénomènes de la nature peuvent être expliqués par leur moyen. »

Telle est l'audacieuse formule de la cosmologie cartésienne ; l'homme connaît l'essence même de la matière, qui est l'étendue ; il peut donc, logiquement, en déduire toutes les propriétés de la matière ; la distinction entre la physique qui étudie les phénomènes et leurs lois, et la métaphysique qui cherche à saisir quelques renseignements sur l'essence de la matière en tant qu'elle est la cause des phénomènes et la raison d'être des lois, se trouve dénuée de fondement ; l'esprit ne part pas de la connaissance du phénomène pour s'élever ensuite à la connaissance de la matière ; ce qu'il connaît tout d'abord, c'est la nature même de la matière, et l'explication des phénomènes en découle.

Cette formule audacieuse, Descartes en pousse jusqu'au bout les conséquences ; il ne se contente pas d'affirmer que l'explication de tous les phénomènes naturels peut être déduite de cette proposition : « l'essence de la matière consiste en l'étendue » ; cette explication, il tente de la donner en détail ; il cherche à construire le monde en partant de cette définition, et, lorsque son œuvre est terminée, il s'arrête pour la contempler et déclare que rien n'y manque ; « Qu'il n'y a aucun phénomène dans la nature qui ne soit compris en ce qui a été expliqué en ce traité », tel est le titre de l'un des paragraphes des *Principes de la Philosophie.*

Descartes, toutefois, semble avoir été un instant effrayé par la hardiesse de sa doctrine cosmologique et avoir cherché à la rapprocher de la doctrine péripatéticienne ; c'est ce qui résulte de la lecture de l'un des articles du livre des *Principes de la Philosophie;* citons en entier cet article qui touche de près à l'objet qui nous occupe.

« On répliquera peut-être encore à ceci que bien que j'aie imaginé des causes qui pourraient produire des effets semblables à ceux que nous voyons, nous ne devons pas pour cela conclure que ceux que nous voyons soient produits par elles ; parce que, comme un horloger industrieux peut faire deux montres qui marquent les heures en même façon, et entre lesquelles il n'y ait aucune différence en ce qui paraît à l'extérieur, qui n'aient toutefois rien de semblable en la composition de leurs roues, ainsi il est certain que Dieu a une infinité de divers moyens par chacun desquels il peut avoir fait que toutes les choses de ce monde paraissent telles que maintenant elles paraissent, sans qu'il soit possible à l'esprit humain de connaître lequel de tous ces moyens il a voulu employer à les faire ; ce que je ne fais aucune difficulté d'accorder. Et je croirai avoir assez fait si les causes que j'ai expliquées sont telles que tous les effets qu'elles peuvent produire se trouvent semblables à ceux que nous voyons dans le monde, sans

m'informer si c'est par elles ou par d'autres qu'ils sont produits. Même je crois qu'il est aussi utile pour la vie de connaître des causes ainsi imaginées, que si on avait la connaissance des vraies : car la médecine, les mécaniques, et généralement tous les arts à quoi la connaissance de la physique peut servir, n'ont pour fin que d'appliquer tellement quelques corps sensibles les uns aux autres que, par la suite des causes naturelles, quelques effets sensibles soient produits ; ce que l'on pourra faire tout aussi bien en considérant la suite de quelques causes ainsi imaginées, quoique fausses, que si elles étaient les vraies, puisque cette suite est supposée semblable en ce qui regarde les effets sensibles. Et afin qu'on ne puisse pas s'imaginer qu'Aristote ait jamais prétendu rien faire de plus que cela, il dit lui-même au commencement du septième chapitre du premier livre de ses *Météores*, que, « pour ce qui est des » choses qui ne sont pas manifestes aux sens, il pense » les démontrer suffisamment et autant qu'on peut désirer » avec raison, s'il fait seulement voir qu'elles peuvent » être telles qu'il les explique. »

Mais cette sorte de concession aux idées de l'École est manifestement en désaccord avec la méthode de Descartes ; elle est seulement une de ces précautions contre la censure de l'Église que prenait volontiers le grand philosophe, fort ému, comme on sait, par la condamnation de Galilée ; du reste, il semble que Descartes lui-même ait craint que l'on prît sa prudence trop au sérieux, car il fait suivre l'article que nous venons de citer de deux autres, ainsi intitulés « Que néanmoins on a une certitude morale que toutes les choses de ce monde sont telles qu'il a été ici démontré qu'elles peuvent être », « Et même qu'on en a une certitude plus que morale. »

Nous pensons donc que l'on peut sans erreur regarder Descartes sinon comme le premier des philosophes qui ont cessé de discerner la physique d'avec la cosmologie, du moins comme celui dont les écrits ont nié le plus claire-

ment et le plus complètement la distinction entre ces deux ordres de connaissance.

L'influence de Descartes sur les plus grands esprits de son siècle fut immense. Aussi voyons-nous, après lui, les plus puissants physiciens regarder leurs théories comme de véritables explications de la nature des choses et les appuyer par des raisons tirées de la métaphysique. Nous avons cité ailleurs (1) divers passages de Christian Huygens qui montrent clairement à quel point il partageait à cet égard les idées de Descartes.

Cette influence de Descartes fut extrêmement générale; toutefois, elle ne fut pas entièrement universelle; nous avons montré, dans l'article auquel nous faisions allusion, que Pascal ne l'avait pas subie sans quelque protestation; nous avons montré surtout que Newton n'avait jamais quitté la tradition de l'École; que toujours il avait nettement séparé les théories scientifiques, destinées à coordonner les lois physiques, et les recherches métaphysiques, destinées à faire connaître les causes des phénomènes; que toujours il avait maintenu la priorité logique des premières, parmi lesquelles il plaçait la mécanique céleste, sur les secondes. Par une heureuse coïncidence, dans la même livraison, M. de Kirwan (2), en commentant l'idée de Newton au sujet de l'action à distance, arrivait à comprendre de la même manière que nous la pensée de l'auteur des *Principes mathématiques de la Philosophie naturelle.*

Au XVIIIe siècle et au XIXe siècle, l'exacte notion des relations entre la physique et la métaphysique s'obscurcit de plus en plus; bien des causes, au nombre desquelles l'influence plus ou moins directe des idées de Descartes joue un rôle prépondérant, tendent à confondre les théories et les explications. Il ne faudrait pas croire

(1) P. Duhem. *Une nouvelle théorie du monde organique.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, tome III, janvier 1893, page 117.

(2) Ch. de Kirwan, *Newton et l'action à distance.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, 2e série, tome III, janvier 1893, page 169.

cependant que toute trace de la distinction qui doit être faite entre ces deux degrés de science ait disparu de l'esprit des physiciens ; ceux mêmes que l'orgueil de la découverte entraîne le plus loin, ceux qui ont en la puissance des théories physiques la plus entière confiance, reconnaissent, lorsque leurs méditations s'arrêtent sur cette question, que les théories dont ils sont si fiers ne sont peut-être pas des explications métaphysiques.

Dans l'article auquel nous renvoyions tout à l'heure le lecteur, nous avons cité Laplace au nombre de ceux qui regardaient la théorie de l'attraction universelle comme l'explication dernière des phénomènes naturels ; et, en effet, si l'on excepte les écrits de Poisson, il n'est peut-être aucun ouvrage qui respire une plus entière confiance en la puissance des théories mathématiques que la *Mécanique céleste ;* cette confiance, cependant, n'est pas entièrement aveugle ; en quelques endroits de son *Exposition du système du monde,* Laplace indique que cette attraction universelle, qui, sous forme de gravité ou d'attraction moléculaire, coordonne tous les phénomènes naturels, n'en est peut-être pas l'explication ; qu'elle-même dépend peut-être d'une cause plus élevée ; cette cause, il est vrai, Laplace semble la rejeter dans un domaine inconnaissable ; mais, en tous cas, il n'en reconnaît pas moins, avec Newton, que la recherche de cette cause, si elle est possible, constitue un problème distinct de celui que résolvent les théories astronomiques. « Ce principe, dit-il (1), est-il une loi primordiale de la nature ? n'est-il qu'un effet général d'une cause inconnue ? Ici, l'ignorance où nous sommes des propriétés intimes de la matière nous arrête, et nous ôte tout espoir de répondre d'une manière satisfaisante à ces questions. » « Le principe de la pesanteur universelle, dit-il encore (2), est-il une loi primordiale de la nature, ou n'est-il qu'un effet général d'une

(1) Laplace, *Exposition du système du monde,* livre IV, chapitre XVII.
(2) Laplace, *Ibid.,* livre V, chapitre V.

cause inconnue? Ne peut-on pas ramener à ce principe les affinités? Newton, plus circonspect que plusieurs de ses disciples, ne s'est point prononcé sur ces questions auxquelles l'ignorance où nous sommes des propriétés intimes de la matière ne permet pas de répondre d'une manière satisfaisante. »

Nous avons également cité Ampère au nombre de ceux qui pensaient trouver dans les attractions et les répulsions de diverses natures l'explication véritable des phénomènes physiques. Il est bien certain qu'Ampère regarde les lois établies par Newton, par Coulomb et par lui-même comme fournissant à la fois des théories physiques et des explications métaphysiques ; mais s'il croit posséder la solution simultanée du problème physique et du problème métaphysique, il ne confond pas ces deux problèmes ; à ceux qui refuseraient de reconnaître, dans le domaine de la métaphysique, la légitimité des solutions qu'il propose, il enjoint de les accepter du moins dans le domaine de la physique : « Le principal avantage des formules (1) qui sont ainsi conclues immédiatement de quelques faits généraux donnés par un nombre suffisant d'observations pour que la certitude n'en puisse être contestée, est de rester indépendantes, tant des hypothèses dont leurs auteurs ont pu s'aider dans la recherche de ces formules, que de celles qui peuvent leur être substituées dans la suite. L'expression de l'attraction universelle déduite des lois de Képler ne dépend point des hypothèses que quelques auteurs ont essayé de faire sur une cause mécanique qu'ils voulaient lui assigner. La théorie de la chaleur repose réellement sur des faits généraux donnés immédiatement par l'observation ; et l'équation déduite de ces faits se trouvant confirmée par l'accord des résultats qu'on en tire et de ceux que donne l'expérience, doit être également reçue comme exprimant les vraies lois de la pro-

(1) André-Marie Ampère, *Théorie mathématique des phénomènes électrodynamiques, uniquement déduite de l'expérience.* Édition Hermann, p. 3.

pagation de la chaleur, et par ceux qui l'attribuent à un rayonnement de molécules calorifiques, et par ceux qui recourent pour expliquer le même phénomène aux vibrations d'un fluide répandu dans l'espace; seulement il faut que les premiers montrent comment l'équation dont il s'agit résulte de leur manière de voir, et que les seconds la déduisent des formules générales des mouvements vibratoires; non pour rien ajouter à la certitude de cette équation, mais pour que leurs hypothèses respectives puissent subsister. Le physicien qui n'a point pris de parti à cet égard admet cette équation comme la représentation exacte des faits, sans s'inquiéter de la manière dont elle peut résulter de l'une ou de l'autre des explications dont nous parlons ».

Nous pourrions multiplier ces citations; mais celles que nous avons données suffisent à éclairer l'idée que nous voulions mettre en lumière; Newton, Laplace, Ampère, nous ont montré que, même dans les temps modernes, si orgueilleux des développements de la science positive, la saine et prudente tradition de l'École n'a jamais disparu complètement; que toujours des physiciens, les plus grands par leurs inventions, ont reconnu que les théories mathématiques avaient pour objet de coordonner les lois naturelles, et que la recherche des causes constituait un autre problème, logiquement postérieur au précédent; que, par conséquent, cette doctrine, bien loin d'être pernicieuse pour la recherche scientifique, s'imposait sans peine aux esprits les plus féconds en découvertes.

Est-ce à dire qu'elle n'ait jamais été méconnue par de très grands savants? Assurément non. Les exemples de Descartes et de Huygens nous montrent que l'on peut donner aux théories physiques une prodigieuse impulsion en se trompant sur leur nature et en les confondant avec les explications cosmologiques; que l'on peut même puiser dans cette erreur, qui exagère l'importance du but

à atteindre, une puissante et féconde ardeur pour la recherche scientifique. Mais ces exemples n'ont rien qui nous puisse étonner et qui soit capable d'ébranler la distinction que nous avons essayé d'établir entre la construction d'une théorie physique et la recherche métaphysique des causes. Souvent l'illusion enflamme l'activité humaine plus que la claire connaissance de l'objet à poursuivre; est-ce une raison pour confondre l'illusion avec la vérité? D'admirables découvertes géographiques ont été faites par des aventuriers qui cherchaient le pays de l'or; faut-il, sur nos cartes, figurer l'Eldorado?

P. Duhem.

LES HOTES DE MON TALUS

Mœurs des hyménoptères nidifiants et fouisseurs.

Le Brabant méridional est sillonné d'une multitude de chemins creux, boisés pour la plupart, qui contribuent à imprimer un cachet particulier à cette partie de la Belgique moins explorée et moins appréciée des touristes que les Ardennes, le pays de Liége et l'Entre-Sambre-et-Meuse. Cependant cette région offre des attraits très variés pour les artistes comme pour les naturalistes, — soit que ceux-ci s'intéressent à la géologie, parce qu'on y voit affleurer tour à tour divers sables tertiaires et quaternaires, divers limons, et même des roches primaires appartenant aux terrains les plus anciens de la Belgique (silurien et cambrien), — soit qu'ils s'occupent de botanique ou d'entomologie. C'est à ce dernier point de vue que nous nous placerons pour étudier les hôtes passagers de ce curieux caravansérail du monde des insectes que l'on appelle vulgairement *un talus*.

Chaque année, les diverses époques du printemps, de l'été et de l'automne ramènent périodiquement les mêmes colons, inaperçus le plus souvent des cultivateurs et des promeneurs qui poursuivent leur chemin sans même soupçonner l'existence des merveilles à côté desquelles ils passent.

Très souvent, dans les chemins creux du Brabant, ces talus sont formés de quatre couches : la première, de limon hesbayen, limon fertile, encore appelé limon rouge ou terre à briques ; la seconde, de limon calcareux stérile, vulgairement appelé *ergeron* (1) ; la troisième, d'une couche plus ou moins épaisse de cailloux roulés arrachés aux falaises de craie et transportés dans nos régions par les eaux sauvages qui dénudèrent les crêtes et qui creusèrent les vallées à l'époque quaternaire ; la quatrième, de sable tertiaire, presque toujours *éocène*, appartenant au bassin de la grande mer bruxellienne. Quelquefois, comme c'est le cas chez moi, ce sable bruxellien repose sur des roches ardennaises (cambrien) qui affleurent en certains endroits sous forme de schistes bleus et de terres noires résultant de leur altération. Ailleurs le cambrien est remplacé par le silurien, où l'on trouve ces singuliers crustacés, caractéristiques des terrains primaires, appelés *trilobites*.

Donc, mon talus est une hôtellerie à plusieurs étages ; chaque étage est formé de matériaux particuliers. Les supérieurs argileux, plastiques ; les inférieurs caillouteux, sableux ou rocheux. Nous verrons bientôt que ce caravansérail est plus vaste et peut loger plus de voyageurs, toutes proportions gardées, que les plus grands hôtels de Chicago ou de New-York.

Ayant pris l'excellente habitude de quitter la ville de fort bonne heure, aux premières sollicitations du soleil du printemps, j'ai eu la bonne fortune d'assister depuis peu aux premières migrations et aux premières naissances de ces curieux lilliputiens ailés que l'on appelle *hyménoptères nidifiants ou fouisseurs*.

C'est dans la première quinzaine de mars généralement que l'on voit apparaître le bout du nez des intéressants locataires de mon talus. Cette année cependant, vu la

(1) Ce limon est salé, quoique de formation d'eau douce. Les cultivateurs de la région ont remarqué qu'il est fréquemment becqueté par les tourterelles nichant dans les taillis qui le surplombent.

précocité exceptionnelle du printemps, certaines éclosions hâtives ont dérouté les calculs des observateurs. Il en a été de même des réveils de certains insectes qui passent l'hiver engourdis dans les galeries souterraines de sable ou de limon ou sous les pierres et les écorces.

Le dimanche, 12 mars, jour de la mi-carême, le *saule marceau,* dont nous avons décrit l'histoire dans un précédent article (1), était en fleur. C'est pourquoi mon talus était en fête. Les anthophores masquées aux pieds velus, les andrènes noires et rousses, les halictes avaient mis toutes voiles dehors et butinaient à qui mieux mieux sur les chatons ovoïdes dont la poudre d'or, *confetti* de luxe, s'attachaient à leurs vêtements multicolores. Un véritable carnaval, autrement intéressant que celui de la rue, je vous l'assure.

Heureux l'homme des champs ou le penseur qui connaît et qui comprend ces premières fêtes de la nature, qui peut contempler à loisir ces premières palpitations de la vie à son réveil, après un long et maussade hiver où trop souvent, hélas, on a vu tomber autour de soi sous nos cieux incléments des amis ou des parents qui nous sont chers.

« Je crois fermement, écrivait, il y a quelques années, un médecin passionné pour l'entomologie, que l'étude des sciences naturelles contribue au bonheur dans une proportion considérable. Celui qui aime réellement la nature traverse avec sérénité tous les accidents de la vie, parce qu'il a partout autour de lui la source des plus pures jouissances ou des consolations éternelles... Le sentiment du beau se développe sans cesse par la contemplation du spectacle de la nature, l'âme s'agrandit et s'élève, et c'est une destinée enviable et suffisante en ce monde que de savoir admirer la création et d'essayer de la comprendre. »

(1) Voir REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, tome XXVIII, juillet 1889, p. 160: *Les Visiteurs d'un saule marceau.*

Ces lignes d'un savant ne sont que l'écho des dithyrambes qu'un grand nombre de littérateurs contemporains, depuis Jean-Jacques Rousseau, adressent à la nature. Mais, comme le disait Ch. Nodier, qui fut à la fois un fin lettré et un entomologiste enthousiaste, « il leur manque peut-être un sens pour goûter la vie, pour comprendre l'univers. » Il faut être *initié,* comme l'étaient jadis les prêtres d'Égypte sous les voûtes du temple d'Isis, pour pénétrer le sens des mystères de la grande déesse, pour entendre et savourer les harmonies divines de la création.

« Il y a, dit Ch. Nodier, quelque chose de merveilleusement beau dans cette étude. On a peint toutes les voluptés de l'âme ; je regrette qu'on n'ait pas décrit la volupté immense qui saisit un cœur d'enfant formé par un peu d'instruction et beaucoup de sensibilité à la connaissance du monde vivant, et s'emparant de lui comme d'un apanage dans une belle matinée de printemps... C'est ainsi qu'Adam dut voir le monde fait pour lui, quand il s'éveilla d'un sommeil d'enfant au souffle du Créateur. »

Nous avons dessiné, dans *Les Visiteurs d'un saule marceau,* l'anthophore masquée, au museau d'anthropomorphe, dont les mâles, dépourvus de ces brosses qui servent aux femelles à récolter le pollen sur leurs jambes et sur les tarses de leurs pattes postérieures, comme les abeilles, sont pourvus par contre de pinceaux de poils variés sur les tarses des jambes moyennes.

C'est l'anthophore hérissée, *Anthophora pilipes,* qui éclot la première dans les cellules de mon talus, orienté au midi, où elle a passé les frimas à l'état de nymphe. Elle est couverte, comme il convient à la fin de l'hiver, d'une fourrure, formée de poils roux qui cachent sa couleur noire. Le mâle porte un masque jaune, et les pinceaux, attachés au premier et au cinquième article de ses pattes intermédiaires, sont d'un beau noir.

Le nom de *pilipes* a été donné improprement à d'autres espèces d'anthophores à cause de la particularité distinc-

tive des mâles que nous avons décrite. Au premier printemps, ceux-ci montent souvent la garde à l'entrée de la galerie au fond de laquelle la femelle occupe sa loge incubatrice capitonnée de soie. Parfois on peut observer des files de mâles alignés voltigeant du haut en bas du talus, en attendant qu'il plaise à une anthophore femelle de sortir de son antre. L'accouplement se fait dans les airs comme chez les abeilles.

Les anthophores ont le corps trapu et velu comme de petits bourdons, avec lesquels on confond souvent certaines espèces, telles que l'*Anthophora retusa* et l'*Anthophora parietina*, dont les femelles portent une toison noire avec des poils rouge de rouille aux derniers anneaux de l'abdomen. Les entomologistes novices s'y laissent prendre le plus souvent, d'autant plus que l'*Anthophora parietina* (des murailles), qui apparaît un peu plus tard que l'anthophore hérissée, vole en même temps et niche dans les mêmes talus que le bourdon des pierres *(Bombus lapidarius)*.

Ainsi, l'an dernier, nous vîmes sortir en grand nombre de l'étage caillouteux (diluvium) de notre talus, des insectes revêtus à première vue de la même livrée que l'anthophore qui logeait à l'étage supérieur (limon ergeron). C'était la petite femelle du B. lapidaire, qui est noire et dont les trois derniers anneaux sont rouges.

Chez les bourdons, ces petites femelles ne pondent ordinairement que des œufs mâles ; elles sont le produit de la première ponte de la grosse femelle, qui a passé l'hiver engourdie comme un ours dans sa tanière. Le naturaliste de Genève P. Hubert a parfaitement décrit les mœurs curieuses de cette espèce de bourdon si commun dans nos campagnes. Il a constaté les mœurs belliqueuses de ces petites femelles, qui se disputent avec acharnement la possession des cellules des gâteaux souterrains pour y pondre leurs œufs, et disputent même la place à la reine-mère, laquelle continue à pondre une deuxième génération de mâles et de femelles de plus grande taille. Seules les

grandes femelles de la nouvelle génération sont à l'abri de leur rage jalouse, parce qu'elles ne peuvent pondre encore quoique fécondées et que leur concurrence n'est pas à craindre.

Chacun sait que les bourdons sont, comme les abeilles domestiques, des apides sociaux qui pratiquent la division du travail et la subordination volontaire dans leurs colonies. Seulement, tandis que les abeilles ouvrières, après avoir massacré tous les mâles, restent groupées l'hiver autour de la reine, c'est-à-dire autour de la femelle féconde, les colonies de bourdons comme celles des guêpes périssent pour la plupart à la fin de l'été ou de l'automne. Il ne survit que quelques grosses femelles fécondées, produit de la dernière ponte, qui seront chargées l'année suivante de la reproduction de l'espèce et de la construction des nids : travail d'hercule, irréalisable, si la nature n'y avait pourvu avec une prévoyance admirable en faisant naître de la ponte printanière des petites femelles ou des ouvrières stériles; celles-ci aident leur mère dans son labeur, non seulement en distribuant aux larves aveugles et apodes la pâtée de miel et de pollen, mais en couvant littéralement les nymphes à l'instar de la mère, dont la température s'élève sensiblement pendant cette opération (Newport).

On compte généralement 150 à 200 individus dans les colonies de bourdons, tandis qu'ils se chiffrent par milliers chez les abeilles.

On voit donc voltiger dès le commencement de mars sur les saules marceaux et les talus le gros bourdon des pierres en même temps que l'anthophore aux pieds velus, mais alors la confusion n'est pas possible entre ces deux genres de *podilégides*.

Les anthophores, au lieu de construire une habitation commune, située souvent à une grande profondeur (il nous fallut travailler à la pioche pour découvrir le nid des bourdons au milieu des galets enchâssés dans la pâte ferrugi-

neuse de l'étage où ils s'étaient logés), les anthophores se contentent de construire côte à côte, mais chacun pour son compte, un nid en forme de tuyau recourbé de quelques centimètres de profondeur. Ce nid d'argile est divisé en cloisons, véritables cellules où la femelle dépose une boule de pollen et de miel. Autant d'œufs autant de rations, autant de chambres séparées, et la galerie est incurvée de telle sorte que c'est la cellule la plus ancienne, contenant l'insecte qui doit éclore le premier, qui se trouve la plus rapprochée de la surface du talus. La cloison de cette cellule percée, la porte est ouverte aux autres, qui éclosent successivement dans l'ordre de la ponte. Disposition providentielle aussi simple qu'ingénieuse, se reproduisant sous différentes formes dans d'autres espèces, et dont la théorie darwinienne ne peut fournir une explication satisfaisante en dépit des efforts d'imagination des partisans de la sélection naturelle. L'espèce aurait disparu mille fois avant que cette habitude inconsciente eût pu se fixer par l'hérédité.

Il faut lire dans Réaumur, qui a le premier observé et décrit avec méthode les mœurs des hyménoptères nidifiants de ce groupe, l'odyssée des *abeilles maçonnes* comparée à celle des abeilles *tapissières*, des abeilles *charpentières*, des coupeuses de feuilles et des coupeuses de fleurs. On croirait lire une œuvre d'imagination pure, un conte de fées, si ces observations n'avaient été confirmées depuis par de nombreux naturalistes dont la bonne foi et la rigueur ne peuvent être mises en doute. D'ailleurs, il vous est loisible en ce moment de contrôler par vous-même une bonne partie de ces observations. Il n'est guère de talus limoneux où l'on ne puisse observer les mœurs, les habitations et les parasites de ces insectes, qui vivent dans des relations d'excellent voisinage bien qu'ils ne cohabitent point, comme les abeilles, les guêpes et les fourmis.

L'*abeille maçonne* de nos contrées est l'osmie à ventre rouge, que l'on pourrait également confondre avec le petit

bourdon cité plus haut ou avec l'anthophore des murailles, et qui voltige aussi sur les saules au premier printemps. C'est un insecte extrêmement sauvage, qui niche dans le limon, dans les murs en torchis des cabanes et dans l'argile des briqueteries. Il voltige communément sur les saules au bois de la Cambre (près Bruxelles) en avril; il est rare certaines années dans d'autres régions, notamment dans celle que j'habite, où je n'ai observé cette année que sa congénère l'osmie fauve.

Les osmies sont des *gastrolégides*, c'est-à-dire qu'elles récoltent le pollen sur les brosses dont leur ventre est garni et que leurs pattes ne sont pas propres à ce travail, tandis que les podilégides rentrent au logis les jambes couvertes de pollen; les osmies s'en distinguent à première vue, parce que le pollen est accumulé sous leur abdomen (1). Elles ont de solides mandibules qui leur servent de truelle, de tenailles et de ciseau pour recueillir et travailler l'argile. L'an dernier, les mansardes de mon talus, c'est-à-dire l'étage supérieur formé de limon hesbayen, abritaient plusieurs ménages de maçonnes fort affairées, où l'on voyait entrer à chaque instant des travailleuses portant de l'argile entre leurs mandibules.

Les osmies savent, comme les anthophores, aménager leurs cellules, recouvertes d'un toit de ciment, de façon à ce que l'œuf le premier pondu au fond de la galerie puisse sortir le premier sans déranger les autres nymphes. Il y en a qui choisissent pour bâtir des coquilles de gastéropodes terrestres, telles que l'*Helix nemoralis*. Récemment, nous eûmes l'heur d'en observer une ayant élu domicile dans l'escalier en spirale de cette coquille et accumulant autour d'elle, nous ignorons dans quel but, des fragments de tiges de graminées coupées à la même longueur. M. Fabre a montré que l'osmie est une éclectique sans préjugés, qui niche partout où elle trouve des cavités suffisantes pour ses cellules, même dans des tubes de verre où l'on peut

(1) Reeue des questions scientifiques, *Les Visiteurs d'un saule marceau.*

à loisir observer ses manœuvres. Elles ne dédaignent pas non plus les nids abandonnés d'autres espèces, comme les anthophores, dont les cellules sont souvent précédées d'un vestibule qui masque l'entrée de la chambre incubatrice ; ce vestibule semble blanchi à la chaux, parce que l'anthophore a déversé sur la muraille une liqueur analogue à du vernis qui pénètre à plusieurs millimètres dans l'épaisseur des parois et convertit le limon en un dur ciment. De plus, certaines anthophores *(A. parietina)*, imitant les procédés des guêpes solitaires de la famille des *Odynères*, construisent à l'entrée de leur terrier une cheminée cimentée de la même façon. Ce vestibule extérieur, en forme de tuyau courbe, formé de grains de limon agglutinés, permet de rejeter au dehors, sans souiller l'entrée, les débris des fouilles, mais n'empêche nullement les parasites de pénétrer dans la galerie, quoi qu'en disent certains auteurs. Pour s'en convaincre, il suffit d'observer pendant quelques minutes au soleil un talus où ces nids font saillie : on voit souvent pénétrer dans les cheminées plus de parasites *(Chrysides, Coelioxys)* que de propriétaires légitimes.

Il est facile de distinguer les cheminées des abeilles solitaires, de celles des guêpes solitaires, qui nichent ordinairement côte à côte sur les mêmes talus. Le diamètre de celles des anthophores est presque double de celui des odynères, et les parois ajourées sont moins finement travaillées par les premières que par les secondes. Nous avons décrit, dans nos précédents articles, les mœurs de ces guêpes, qui ne chassent que des proies vivantes pour approvisionner leurs larves et qui endorment leurs victimes en leur instillant un poison subtil dans les centres nerveux, mieux que ne pourrait le faire le plus habile anatomiste.

L'odynère des murailles, qui ne travaille d'ordinaire dans nos régions qu'à partir du mois de juin, a commencé ses galeries beaucoup plus tôt cette année. Dès le mois de mai mon talus était garni de ses cheminées, mélan-

gées aux cheminées des anthophores des murs et d'une autre espèce d'odynère très voisine, de mœurs analogues, l'*O. spinipes,* dont Réaumur a longuement décrit les mœurs. Lorsque leur nid est approvisionné de larves, ces guêpes démolissent leur cheminée et se servent des matériaux pour boucher l'entrée de la galerie. Elles s'attaquent particulièrement aux larves des charançons, notamment du charençon de la luzerne *(Phytonomus variabilis),* dont l'*Odynerus spinipes* fait une ample consommation. Ouvrez en ce moment les galeries de ces guêpes. Vous constaterez d'abord qu'un seul orifice aboutit souvent à plusieurs impasses au fond desquelles sont entassées, comme des rondelles, de petites larves vertes et apodes. Ces larves sont celles des charançons qui serviront de nourriture à la larve de la guêpe, dont la couleur est d'un jaune d'ambre, ce qui permet de la distinguer aisément. Au bout de trois semaines, quand elle a dévoré toutes ses victimes, elle se file un cocon brun d'où elle ne sortira qu'à la fin du printemps de l'année suivante.

Ces guêpes sont plus petites et plus sveltes que les guêpes ordinaires, les bandes jaunes de l'abdomen sont plus étroites, ce qui fait que l'insecte paraît plus noir. Le premier article de l'abdomen a la forme d'une cloche ; il est séparé du deuxième anneau par une profonde dépression. Le mâle est plus mince que la femelle et ne pique point. L'extrémité de son abdomen est élargie et se termine par deux aiguillons inoffensifs, constituant l'armure génitale.

Une autre guêpe solitaire qui apparaît sur mon talus au mois de juin est le *Trypoxylon* noir, chasseur d'*araignées* et de *pucerons.* On pourrait le confondre à première vue avec un ichneumon, d'autant plus qu'il voltige d'une manière analogue, dans les mêmes endroits, explorant les vieux troncs, les poteaux, etc. ; mais ses antennes sont moins longues, sa tête, ses ailes, ses pattes, son abdomen diffèrent sensiblement quand on les examine de près. Son

abdomen est étiré en forme de massue dont l'extrémité est pointue chez les femelles et tronquée chez les mâles.

Cette guêpe, plus mince et plus longue que les précédentes, a été appelée en Allemagne la « mouche potière », parce qu'elle fabrique des cellules en argile à l'intérieur des vieux arbres, des talus ou des poteaux déjà entamés par d'autres insectes, et qu'elle bouche l'entrée de sa galerie avec la même substance.

Il ne faut pas confondre ces chasseurs d'araignées avec les *pompiles*, autres guêpes solitaires appartenant à la grande tribu des fouisseurs, chasseurs de proie vivante pour l'approvisionnement de leur progéniture.

Celles-ci se distinguent à première vue par la couleur rouge de leur abdomen strié de noir, par les stries violacées du bord des ailes, par le tremblotement continu de leurs ailes pendant la marche et par leur vol sautillant. Leur tête est lisse et ronde, les antennes composées de douze articles séparés, le premier segment abdominal non séparé du second, les pattes longues et armées d'épines nombreuses, en forme de dents de scie chez les femelles.

On peut observer aisément au mois de mai le manège de ces chasseurs agités et féroces sur les talus ou les plateaux sablonneux qu'ils affectionnent. On les voit revenir à chaque instant, tenant embrassées dans leurs serres des araignées qu'elles ont paralysées d'un seul coup d'aiguillon, les ganglions thoraciques étant confondus chez ces trachéates que l'on a séparé des insectes parce qu'ils ont quatre paires de pattes au lieu de trois. Ce n'est guère qu'au rez-de-chaussée de mon talus, — étage tertiaire, éocène, sable bruxellien, — que j'ai l'occasion d'observer les *pompiles*, tandis que les *trypoxylon* logent dans les étages supérieurs du limon où ils trouvent des racines creuses d'ormes et de peupliers.

Au cœur de l'été, j'ai trouvé dans ces mêmes racines des colonies de crabronides, genre voisin, très élégants,

notamment le *Crabro quadricinctus* et le *Crabro cribrarius*, que le naturaliste de Geer avait appelé la *guêpe ichneumon*.

Ces crabroniens portent un masque d'or ou d'argent, d'où le nom de *Silbermundwespen* que les Allemands leur ont donné. Ils ont la tête grosse, presque carrée, les antennes courtes et brisées, le corps robuste, l'abdomen noir strié de jaune; chez certaines espèces, les mâles, qui sont plus petits que les femelles et dont la valve anale présente la forme d'un croissant, ont les jambes antérieures transformées en véritables cuillers ou raquettes *(C. patellus, C. striatus)*, d'où le nom de guêpes à tamis. Ce sont d'ardents chasseurs de mouches. J'ai retiré de leurs nids des fragments de racines d'orme perforés par des longicornes dont les trous étaient remplis de diverses espèces de *syrphes* bariolés. Ces syrphes, appliqués les uns sur les autres, étaient complètement évidés. Certaines espèces voisines n'hésitent pas à s'attaquer aux taons des bœufs et des chevaux pour approvisionner leurs nids. D'autres espèces plus petites chassent les pucerons et les mouchettes et, fait intéressant à noter, quelques-uns ne s'attaquent qu'à une seule espèce d'insecte. Contrairement aux anthophores, qui ont souvent quelque peine à retrouver leur galerie, les *Crabro* rentrent sans hésiter avec leur proie dans leurs galeries ligneuses ou limoneuses. Ils creusent le bois avec leurs mandibules et rejettent la sciure avec leurs jambes postérieures qui font l'office de rateaux.

Les larves de ces crabronides ne touchent souvent pas au squelette externe des mouches qu'elles dévorent; elles passent l'hiver dans une coque de soie brune et ne se transforment en nymphes qu'au printemps, comme la plupart des hyménoptères nidifiants solitaires.

Certaines espèces plus petites, noires, nichent dans le limon à côté des odynères et des anthophores; il en est même qui seraient parasites de ces dernières, d'après certains auteurs, mais nous n'avons jamais pu contrôler cette affirmation.

On a rangé dans la tribu des crabronides les *Cerceris* qui chassent les charançons adultes, comme les *Odynères* chassent leurs larves.

Ces guêpes solitaires, faciles à distinguer des autres par la conformation de leur abdomen dont les segments sont séparés par des étranglements, nichent généralement sous les pavés ou dans les chemins de terre battue où ils creusent une galerie verticale. Comme les curculionides sont très nuisibles aux végétaux, ces guêpes rendent de réels services à l'agriculture et à l'horticulture, car ils font une consommation considérable de charançons.

Rien de plus intéressant que d'observer le manège du *Cerceris arenaria* si commun dans les cours et les jardins de la ville de Louvain, par un jour de soleil. On peut lui arracher sa proie en s'embusquant près de son nid, et déterminer ainsi les espèces de charançons qu'il rapporte. Ce sont presque toujours des espèces du genre *Strophosomus* ou *Sitones*, mais il s'attaque cependant à plus de 25 espèces différentes dont plusieurs sont plus pesantes que lui, et qu'il transporte aisément ventre à ventre en volant. Au préalable, il anesthésie ses victimes d'un seul coup d'aiguillon qui porte précisément au seul endroit vulnérable, *entre la première et la seconde paire de pattes du coléoptère*.

On a essayé de reproduire artificiellement cette piqûre, et l'on a constaté qu'elle ne produit son effet que chez les insectes dont l'appareil nerveux est centralisé, comme chez les charançons et les buprestes. Or, il existe dans le midi des espèces de cerceris qui s'attaquent uniquement à ce groupe de brillants coléoptères et qui savent découvrir les espèces les plus rares au moment de l'éclosion, quand la carapace chitineuse n'est pas encore durcie.

M. Blanchard a montré, en effet, que chez les buprestides comme chez les charançons, les trois ganglions thoraciques sont presque confondus. Il n'en est pas de même dans d'autres familles, comme chez les carabiques et

les longicornes, où les ganglions sont distants les uns des autres.

Ce merveilleux instinct n'est évidemment pas le fait du hasard, puisque nous voyons d'autres hyménoptères chasseurs multiplier les coups d'aiguillon en raison du nombre de ganglions de leurs victimes.

Les observations de M. J.-H. Favre, dont Darwin lui-même a reconnu la sagacité, ont mis ces phénomènes providentiels hors de doute.

L'Ammophile hérissée, que nous avons déjà décrite, et que nous avons vu voltiger cette année sur notre talus dès la fin de mars, comme si elle y avait hiverné, chasse exclusivement les chenilles de lépidoptères appartenant au groupe des *Noctuelles* et parvient à traîner jusqu'à son nid des larves anesthésiées qui pèsent jusque quinze fois plus qu'elle! Nous l'avons vue extraire du sol, à plusieurs reprises, des chenilles à la force des mâchoires et perforer chacun de leurs anneaux par la face ventrale, avant de commencer l'opération du *traînage*. Ce robuste insecte ne se rebute jamais quand il veut hisser sa proie à l'étage supérieur où il niche. Les éboulements se multiplient, il roule vingt fois avec la chenille jusqu'au bas du talus.... n'importe ; il recommence toujours et finit par atteindre sa mansarde, avec le sac de chair et de graisse qu'il charrie. Nous avons eu l'occasion de faire assister à ce spectacle de nombreux témoins dans le courant du mois de juin.

C'est au cours du même mois que deux espèces de guêpes sociales, le gros frelon *(Vespa crabro)* et la guêpe sylvestre, ont construit leurs grands nids de carton dans l'étage du limon hesbayen et du sable bruxellien.

Dans l'étage caillouteux (diluvien) s'est installée, il y a quelques jours, une abeille solitaire *gastrolégide* dont je n'avais pas encore constaté la présence à l'hôtel du Talus, sans doute à cause de l'éloignement relatif des champs de blé. C'est la *Mégachile du pavot*, abeille grisâtre, aussi volage que l'osmie, sa congénère, et que la nature a armée

d'un dard redoutable. Écoutez ce qu'en dit Réaumur ; je ne résiste pas au plaisir de citer intégralement ce passage de ses mémoires, d'autant plus que je viens d'avoir la bonne fortune de contrôler une partie de ces observations devant témoins, par une journée radieuse, le 13 juin de cette année.

« Elles donnent à leurs trous des tentures qui peuvent le disputer par la vivacité et l'éclat de leur couleur à quelques-unes de celles dont nous parons le plus volontiers nos chambres et nos cabinets ; je veux parler des tentures de damas cramoisi. Les tentures des trous de nos mouches ne sont pas, à la vérité, ouvragées comme le damas, car elles sont plus lisses et plus unies que le beau satin ; mais elles sont d'un rouge couleur de feu qui a bien un autre éclat que le cramoisi de nos damas. C'est sur les pétales d'une fleur de coquelicot nouvellement épanouie et encore très fraîche que nos abeilles vont prendre les pièces dont elles veulent tendre leurs nids. La saison où elles commencent leurs travaux ne précède pas celle où les premières fleurs de coquelicot s'épanouissent. Le fort de l'ouvrage pour elles est le temps où ces plantes sont en pleine fleur. Les endroits où elles fouillent plus volontiers la terre m'ont paru être les bords des sentiers qui passent entre des champs de blé. Communément la profondeur de chaque trou n'est guère que de trois pouces ; sa direction est perpendiculaire à l'horizon. Il forme un tuyau bien cylindrique jusqu'à sept à huit lignes du fond, là il s'évase pour prendre une figure qui approche de l'hémisphérique. Quand une mouche lui a donné les proportions qu'elle lui veut, quand elle en a bien dressé les parois, elle songe à les tapisser. Dès que je sus que c'était avec des morceaux de pétales de coquelicot, il ne me fut pas difficile de distinguer des autres les fleurs sur lesquelles des tapissières avaient été s'en fournir. Je remarquai, et en très grand nombre, de ces fleurs dont une ou plusieurs feuilles avaient été entaillées : les contours

de l'entaille étaient aussi nets que s'ils eussent été faits par un emporte-pièce. En un mot, nos tapissières sont aussi des coupeuses. Elles coupent des pièces dans les pétales des fleurs avec une adresse semblable à celle des abeilles (1) qui coupent des pièces dans des feuilles d'arbres et d'arbustes pour en construire les nids que nous avons admirés tout à l'heure. Les pièces que nos tapissières prennent dans les pétales du coquelicot tiennent de la figure d'une moitié d'ovale, comme quelques-unes de celles que les autres abeilles coupent dans des feuilles de rosier, de marronnier, d'orme, etc.

» La tapissière entre dans son trou avec la pièce qu'elle a enlevée à une fleur de pavot; elle la tient pliée en deux, et, malgré cela, la pièce ne peut manquer de se chiffonner en frottant contre les parois d'une cavité étroite; mais la mouche ne l'a pas plus tôt conduite jusqu'à la profondeur où elle veut, qu'elle la déploie, qu'elle l'étend, et qu'elle l'applique uniment sur les parois. Les premières pièces qu'elle emploie sont mises sur le fond du trou. Au-dessus de celles-ci, elle en tend d'autres, et cela successivement, jusqu'à ce qu'elle soit parvenue à couvrir entièrement la surface intérieure du trou et même une étendue de quelques lignes tout autour de son ouverture. Chaque pièce ne peut guère tendre plus du tiers de la circonférence du trou, et, dans la hauteur, il y en a peut-être cinq à six les unes au-dessus des autres.

» Ce n'est pas, apparemment, parce que nos tapissières sont touchées de la beauté du rouge éclatant des fleurs de coquelicot, qu'elles les emploient par préférence aux fleurs de tant de plantes que la campagne met à leur disposition. Leur choix paraît fondé sur une raison plus solide. Il leur serait difficile de trouver des pétales d'autres fleurs aussi grandes qui fussent aussi minces et aussi flexibles, et, par conséquent, aussi aisées à appliquer parfaitement contre les parois du trou.

(1) Les Mégachiles du rosier.

» Ce n'est pas, pourtant, que l'épaisseur d'un pétale de coquelicot donne une couverture assez épaisse au gré de la mouche. J'ai enlevé jusqu'à quatre couches de fleurs de dessus le fond d'un trou, et je n'en ai jamais trouvé moins de deux ajustées sur les parois cylindriques. Pour notre abeille, une feuille qui aurait l'épaisseur de deux et même de quatre pétales de pavot ne serait pas difficile à trouver; mais elle ne répondrait pas à ses vues ; ces feuilles épaisses n'auraient pas une flexibilité pareille à celle des autres. D'ailleurs, comme les jointures doivent être couvertes, il faut au moins deux lits de feuilles, ce qui rendrait les recouvrements trop épais, si les feuilles étaient épaisses.

» Les morceaux de fleurs qui tapissent en dehors les bords du trou font partie d'une grande pièce qui est appliquée sur les parois intérieures. Elle y a été ajustée d'abord de façon qu'elle s'élevât de quelques lignes au-dessus de l'entrée du trou ; la portion excédante a été ensuite repliée sur le bord et étendue sur le terrain plat. La tapisserie qui recouvre les parois intérieures du trou n'est, à proprement parler, qu'un étui de fleurs de coquelicot, qui a une solidité qui suffirait pour lui conserver sa forme, indépendamment de l'appui extérieur. Sa surface intérieure a tout le lisse et l'uni qu'on peut désirer.

» C'est seulement lorsque l'intérieur du trou a été revêtu d'un nombre suffisant de couches de fleurs que la mouche porte de la pâtée dans le fond, et l'y accumule jusqu'à ce qu'elle s'élève à sept à huit lignes. Il n'en faut pas davantage pour le ver qui doit sortir du seul et unique œuf qui sera déposé dans le nid. Dès qu'elle a porté dans le trou la quantité de provision nécessaire et qu'elle y a pondu un œuf, elle détend toute la tapisserie qui se trouve depuis le bord du trou jusqu'à la pâtée. A mesure qu'elle la détend, elle la pousse vers le fond du trou et l'y plie, et cela, de manière que la partie supérieure de la masse de pâtée, qui seule n'était pas enveloppée de fleurs de coquelicot, en

devient bien mieux recouverte que tout le reste. La façon dont nous nous y prenons, lorsque nous voulons renfermer dans un rouleau cylindrique de papier quelque graine ou quelque poudre dont le rouleau n'est pas plein, est très propre à donner une idée de ce que l'abeille fait de sa tapisserie, à mesure qu'elle l'ôte de dessus les parois contre lesquelles elle était appliquée. Quand cela est fini, le tuyau de fleurs, qui avait trois pouces et plus de haut, est réduit à n'avoir plus que onze à douze lignes. La pâtée et le ver se trouvent renfermés dans un sac fait d'un grand nombre de couches de fleurs, et surtout en dessus. Ce qui reste alors à faire à la mouche et à quoi elle s'occupe bientôt, c'est de remplir de terre le vide de deux pouces environ de hauteur qui reste entre le dessus du sac et l'entrée du trou. Elle le remplit si bien que quand l'ouvrage est achevé, on ne saurait plus reconnaître l'endroit où la terre avait été percée. Quoique le travail de percer, de meubler, de fournir de provisions et de fermer un trou comme ceux dont il s'agit doive être un grand ouvrage pour une petite mouche, je ne crois pas que c'en soit un pour elle de plus de deux ou trois jours. Aussi n'a-t-elle pas qu'un trou à faire, car, sans doute, sa ponte n'est pas bornée à un seul œuf. Si l'on savait le nombre de ceux qui sont contenus dans son corps, on saurait le nombre de nids qu'elle est obligée de leur préparer. La dissection eût pu donner sur cela quelques lumières ; mais les âmes compatissantes ne seront pas fâchées que j'aie négligé d'ouvrir le ventre de quelques-unes de nos tapissières pour chercher à y prendre au moins une idée grossière de la quantité des œufs qu'il contient ; c'est un fait qu'on peut ignorer sans beaucoup de regret. »

Dans un prochain article, nous étudierons spécialement les parasites des *apiaires*, des *formicides* et des *vespides* de notre talus, dont nous avons observé les mœurs (1), et

(1) *Mélectes, Chrysides, Coelioxys, Bombyles, Volucelles anthrax, Foenes*

nous figurerons quelques séries d'ailes dont la *géométrie* permet de reconnaître les principaux genres souvent à première vue.

J'allais oublier de signaler en terminant les derniers habitants de mon talus, à l'entrée de l'automne, quand la plupart des espèces que je viens de décrire ont déjà disparu. C'est encore une guêpe solitaire, dont les mœurs ressemblent à celles des crabronides, mais qui n'est guère farouche. La *Mellina arvensis* butine en grand nombre en été et en automne, sur les bruyères et sur les pins, et apporte huit ou dix mouches dans son nid pour un seul œuf. Elle nourrit, paraît-il, ses petits vivants, comme les oiseaux. Dépourvue de la science anatomique de ses congénères, elle serait forcée de rapporter à sa couvée de la chair fraîche jusqu'au complet développement de la larve. Nous avouons n'avoir pu constater encore l'exactitude de cette observation. Recommandé aux curieux de la nature en vacances.

lanciers (ichneumoniens), *Nomades* (abeilles parasites), *Meloës* (Coléoptères vésicants), *Fourmis-lions, Clairons, Histers, Cétoines,* etc.

AGRICOLA.

(La fin prochainement.)

LES RACES ET LES LANGUES

Le nombre considérable et l'étrange diversité des langues en usage dans l'humanité, sur toute la surface de la terre habitée, posent aux réflexions du penseur une foule de problèmes, qui ont, de tout temps, préoccupé les esprits.

Quels furent les débuts des langues actuellement parlées, et — car l'homme essaie de remonter à ces obscures origines — quels ont été les premiers balbutiements de l'être humain? D'où vient la variété d'idiomes qui se constate aujourd'hui et dont chaque jour nous découvrons de nouvelles manifestations? Comment la langue primitive s'est-elle peu à peu transformée en ces milliers de dialectes, si éloignés de leur point de départ? Est-il possible de marquer les phases successives de ces modifications? La distribution des langues a-t-elle un rapport quelconque avec les destinées et les migrations des peuples?

Il y a un siècle, la réponse à ces diverses questions était, le plus souvent, fantaisiste, embarrassée et confuse. L'histoire des langues était livre fermé; les savants eux-mêmes ignoraient les origines et les développements successifs de l'idiome dont ils se servaient. C'est à peine si en France, en Allemagne, en Angleterre, en Italie, on

commençait à entrevoir les affinités qui relient entre eux le français, l'allemand, l'italien, le latin.

A l'heure présente, bon nombre de ces problèmes, insolubles avant les récentes découvertes de la philologie comparée, sont définitivement rayés de la liste des recherches futures de la science. Pourtant, que d'obscurités enveloppent encore ce coin de l'horizon scientifique! L'édifice de la linguistique indo-européenne semble achevé, du moins dans ses grandes lignes. Ne nous hâtons pas toutefois d'affirmer que cette vaste construction ne subira plus de démolition. Longtemps on a cru que Bopp avait posé la dernière pierre, et cependant il y a eu place pour l'œuvre de Brugmann. Des incertitudes de détail, des indécisions, des hypothèses font déjà entrevoir des progrès nouveaux.

Sans doute, on sait que le sanscrit, la langue sacrée de l'Inde, le zend, l'ancien idiome des Perses, le gothique d'Ulphilas, le latin, le grec, le celtique, le slave sont des sœurs issues d'une même mère. Mais a-t-on établi d'une façon certaine et indiscutable la parenté relative de ces langues? Le latin est-il plus rapproché de l'aryaque primitif que le sanscrit ou le grec? On croirait à une affinité plus grande entre le sanscrit et le grec, quand on voit que δίδωμι rend si exactement *dadâmi*. Mais l'hésitation revient quand, d'autre part, on constate que *patribus* est plus rapproché de *pitrbhis* que πατρᾶσι. *Somnus*, qui est pour *sop-nus*, comme le montre *sop-or*, a mieux gardé la consonne initiale du sanscrit *svapnas* que ὕπνος.

Ces faits, dont il serait aisé de multiplier les citations pour le zend, le germanique, le slave et le celtique, attestent la difficulté de dresser l'arbre généalogique des langues aryennes. Tous les traités de philologie comparée en fournissent; mais leur diversité même témoigne peu en faveur de la certitude qu'il est permis de leur accorder.

Nous parlons des langues indo-européennes. C'est le

terrain le mieux exploré, c'est là que la linguistique trouve son plus ferme appui. Mais, au point de vue général des questions que nous posions tout à l'heure, elles constituent une partie minime des éléments qui doivent concourir à la solution de ces problèmes. Où en est l'étude comparative des idiomes sémitiques? Elle attend toujours son Bopp. Si l'on a réussi à constituer assez complètement le groupement des langues apparentées à l'hébreu, les lois caractéristiques de ce groupe échappent encore aux recherches.

On a commencé à entrevoir certains traits communs, qui ont permis de réunir bon nombre de langues africaines et de former le groupe dit *bantou;* mais que d'idiomes demeurent, sur le continent mystérieux, isolés et réfractaires à toute classification! On a ébauché la grammaire et le lexique comparés des idiomes aborigènes de l'Inde, mais chaque jour de nouveaux éléments viennent élargir les cadres primitivement dressés et troubler profondément les rapports que l'on avait cru pouvoir fixer.

Moins avancée encore est la classification des langues tartares, des innombrables dialectes américains et des idiomes à peine déchiffrés des îles de l'Océanie.

Voilà pour la constitution des diverses familles de langues. Il existe un groupement très général et très superficiel, dont le caractère provisoire est indiscutable. Car, même en Europe, l'étrusque et le basque attendent toujours qu'on leur trouve une place dans quelqu'une des grandes classifications linguistiques.

Que dire maintenant des relations qui relient entre eux les divers groupes de langues? Tous les essais tentés pour les rapprocher ont été frappés de stérilité, ou du moins les résultats sont bien maigres. On affirme timidement que les langues aryennes et sémitiques ne sont peut-être pas irréductibles. On regarde du côté de l'accadien pour percer le voile qui dérobe les origines du chinois. Mais ces tentatives rencontrent peu d'échos; et, à l'heure

présente, le savant assez indépendant et assez audacieux pour s'aventurer sur la pente de ces rapprochements court grand risque de perdre son crédit scientifique devant le scepticisme universel qui accueille tout essai de ce genre. L'irréductibilité des langues demeure, en dépit d'efforts généreux, une vérité reçue, devant laquelle il faut s'incliner.

I

Nous avons tenu à constater ces résultats négatifs de la science du langage, mais non pour dénigrer ou diminuer l'importance des résultats acquis. On aurait grand tort de méconnaître les immenses progrès accomplis par les philologues depuis un siècle. Mais si les limites de nos connaissances linguistiques ont été notablement élargies, on peut se demander si elles l'ont été assez pour permettre d'aborder la solution du problème le plus intéressant qui se pose au linguiste, celui de l'origine et de la nature même du langage.

Dans un article sur *La Parole,* qui a paru ici-même (1), Mgr Mercier disait en terminant : « Il serait assez naturel de se demander ce qu'il y a de propre à l'homme dans la formation et dans l'usage de la parole, dont nous venons d'analyser les principaux éléments ; mais c'est là un sujet qui réclame un travail à part ; il est trop vaste et trop important pour qu'il soit permis de l'effleurer en passant. »

Nous n'avons pas l'intention de reprendre pour notre compte ce sujet que Mgr Mercier n'a point traité. Non seulement nous le trouvons vaste et important ; mais, à notre sens, il n'est plus possible de déterminer, avec quelque probabilité, « ce qu'il y a de propre à l'homme dans la formation et l'usage de la parole, » surtout si l'on cherche à remonter aux origines. Néammoins, il n'est pas

(1) *Rev. des quest. scient.*, t. XXIII, p. 567.

sans intérêt d'examiner quels efforts ont été faits en ce sens et quels sont les éléments que nous possédons pour tenter la solution du problème. Bien des systèmes ont vu le jour pour établir la première origine et les développements successifs du langage. Nous rappellerons les plus célèbres et nous essaierons de préciser la part de vérité qu'ils renferment.

Mais, avant d'aborder notre sujet, il est nécessaire de déblayer le terrain. Une question préalable domine les études linguistiques. Nous avons d'abord à nous demander si, dans le phénomène du langage, il y a eu une intervention autre que celle de l'homme. On sait, en effet, que l'origine divine du langage a été, de tout temps, tour à tour enseignée et combattue. Il convient donc de s'entendre sur la position précise du débat.

Personne, à moins de nier Dieu et de ne rien reconnaître au-dessus de la matière, ne contestera que Dieu peut être appelé l'auteur du langage humain, puisque c'est lui qui a doué l'homme de la faculté et qu'il lui a donné l'instrument de la parole. Mais le Créateur a-t-il fait davantage? A-t-il, après avoir fourni l'instrument, enseigné la manière de s'en servir? Est-ce lui qui a composé et communiqué au premier homme la langue primitive qui fut parlée par l'humanité?

Beaucoup de bons esprits se sont ralliés à cette seconde hypothèse, non seulement parmi les théologiens catholiques, mais même parmi les anciens. Ainsi bon nombre de codes religieux rapportent que la parole est d'institution divine. Sans insister sur ces récits de la mythologie, rappelons quelques-uns des arguments qui ont été mis en avant pour prouver la nécessité de l'enseignement du langage par Dieu. Le principal est celui-ci. Il n'est pas convenable que Dieu ait livré son œuvre aux tâtonnements de la formation d'une langue. Celle-ci du reste était essentielle et inhérente à la pensée. Or l'homme ayant été fait être pensant, il fallait lui fournir l'expression naturelle de

la pensée, indispensable, non seulement pour la communication de l'idée, mais même pour sa représentation intime. Comment en effet saisir sa pensée sans l'expression qui la rend sensible ?

Le lecteur a reconnu que nous sommes en plein traditionalisme, et que nous avons rapidement esquissé l'argumentation que Bonald a résumée dans une formule célèbre : « Il est nécessaire que l'homme pense sa parole avant de parler sa pensée. » C'est-à-dire que l'homme doit connaître sa parole avant de parler : proposition qui implique dans l'invention du langage l'intervention spéciale de Dieu.

Il y a beau temps que ces étranges confusions du traditionalisme ont été dénoncées. Si elles reparaissent de temps en temps, là-même où on ne les attendait guère, par exemple chez Max Müller, Louis Noiré, Gerber, Frédéric Müller, Lazare Geiger, elles ne font plus guère leur chemin, et la réfutation en est dans tous les esprits.

Mais on a été plus avant. On ne s'est point privé d'appuyer la théorie de l'origine divine du langage sur l'Écriture sainte. Au chapitre II de la Genèse (v. 19, 20), il est raconté que Jehovah ayant formé de la terre tous les animaux des champs et les oiseaux du ciel, les fit passer devant Adam pour que celui-ci avisât à leur imposer un nom ; et tous les noms que l'homme donna, ce sont leurs noms. Et l'homme donna des noms à tous les animaux, aux oiseaux des cieux et aux bêtes des champs ; mais nul ne fut trouvé pareil à lui.

C'est dans ce passage de la Bible que plusieurs partisans de l'origine divine immédiate du langage ont cru trouver la confirmation de leur théorie.

Certaine école n'a point assez de sarcasmes pour ce qu'elle appelle « la légende de l'Adam nomenclateur », et depuis Renan jusqu'à M. André Lefèvre, en passant par M. Émile Burnouf, elle a célébré, en termes lyriques, le triomphe de l'esprit moderne, qui a réussi enfin à renver-

ser cette barrière que les ignorances de la foi avaient dressée au seuil même de la science du langage.

Nous ne nierons pas qu'on a abusé de l'Écriture dans la question de la formation du langage, comme on s'en est mal servi pour démontrer contre Galilée le mouvement du soleil. Mais nos adversaires seront peut-être assez étonnés d'apprendre qu'ils n'ont pas été les premiers à dénoncer cet abus, et que dès le IVe siècle un Père de l'Église, saint Grégoire de Nysse, protestait contre l'idée de faire de l'origine divine du langage un article de foi, ou un enseignement inspiré de l'Écriture (1).

Ce détail est peu connu, croyons-nons. Nous y insisterons un instant, car cette doctrine de saint Grégoire de Nysse mérite d'être signalée. On sera surpris de trouver dans son argumentation bon nombre d'idées dont les rationalistes, toujours disposés à exagérer l'étroitesse d'esprit des croyants, s'imaginent posséder l'exclusif monopole. C'est d'ailleurs une tactique chère aux ennemis de la foi de confondre certaines traditions avec les vérités révélées, et de chercher à ébranler celles-ci par le facile triomphe qu'ils remportent sur celles-là. Il est bon de déjouer cette manœuvre, chaque fois que l'occasion s'en présente.

Saint Grégoire répond à Eunome, un hérétique de son temps, qui, pour des raisons que nous n'avons pas à examiner ici, tenait cette opinion que les premiers éléments de la langue primitive ont été enseignés à l'homme par Dieu lui-même. Voici la réponse du docteur de l'Église. L'Écriture ne dit nulle part que Dieu apprit à parler aux hommes, ni avant la confusion des langues, alors que l'humanité se servait d'un langage unique, ni après que les hommes furent divisés d'idiome. Dieu a laissé la nature de chacun élaborer librement les intonations phoniques qui lui plaisaient davantage. Plus loin, saint Grégoire qualifie d'in-

(1) *P. G.*, t. XLV, pp. 975-1046, livre XII *contra Eunomium*.

sensée l'opinion d'Eunome, qui compare Dieu à un pédagogue. Non, dit-il, nous prétendons au contraire que Celui qui a tout fait avec sagesse et qui a créé la créature raisonnable, lui a donné, par cela même que la raison lui est naturelle, toute faculté rationnelle. De même que, pour la perception des couleurs et des sons, il suffit de l'organe fourni par la nature, et qu'il est superflu d'avoir quelqu'un qui dénomme les couleurs et les sons, de même nous affirmons que la faculté intellectuelle de l'âme, telle que Dieu l'a faite, se meut par elle-même.

Pour confirmer cette doctrine, saint Grégoire de Nysse invoque précisément le passage de la Bible où Adam impose un nom aux animaux. Loin d'y relever le moindre indice d'une intervention divine dans la recherche des premiers éléments des langues, il y trouve, au contraire, l'évidente preuve de l'initiative humaine. Et tel est bien, en réalité, le sens de ce passage biblique.

Le même docteur poursuit la réfutation d'Eunome à travers un grand nombre de pages. Citons-en une encore. Eunome, et d'autres après lui, prétendait que la sagesse de Dieu exigeait qu'on eût enseigné aux hommes les véritables noms des choses, afin que ces noms répondissent à l'essence des êtres. Saint Grégoire réfute spirituellement cet argument de la manière suivante : « Dites-moi, de combien de façons différentes les hommes désignent-ils la nature du firmament ? Nous l'appelons οὐρανὸν, l'Hébreu *samaim,* le Romain *caelum;* autre est le terme dont se servent le Syrien, le Mède, le Cappadocien, le Maure, le Scythe, le Thrace, l'Égyptien. Il serait malaisé de faire l'énumération des diverses appellations que les divers peuples ont données au ciel et aux autres choses. Or, quel est, dites-moi, de tous ces noms, le premier et celui qui démontre davantage la splendeur de la sagesse divine ? Si vous préférez le terme grec aux autres, l'Égyptien protestera en alléguant le sien. Ne donnez pas la palme à l'Hébreu, car le Syrien vous objectera le mot dont il se

sert, et le Romain ne cédera pas facilement. Le Mède lui-même ne souffrira pas d'être laissé de côté. » Enfin, saint Grégoire de Nysse s'indigne d'un procédé qui mène à égaler Dieu à un directeur d'établissement de bains : lui aussi désigne par termes propres les bains de pieds, les épilatoires et les essuie-mains.

Nous sommes donc, avec saint Grégoire de Nysse, en bonne compagnie pour admettre que le langage est d'invention humaine. Assurément, la faculté de la parole a été infusée à l'homme avec son intelligence, et dans ce sens il est juste de dire que le langage est d'origine divine. Mais de là il ne suit nullement que le langage pris objectivement, que l'invention du langage, le matériel linguistique dérivent de Dieu immédiatement.

Rappelons encore, bien que l'exégèse moderne ait popularisé davantage cette opinion, que l'intervention divine dans la prétendue confusion des langues à Babel repose également sur une fausse interprétation du chapitre XI de la Genèse. Il y est dit que la terre avait une même lèvre, *sâphâh*, et que là fut brouillée la lèvre.

Mais d'abord il faut remarquer que tous les descendants d'Adam n'étaient pas réunis dans la plaine de Sennaar. Le système d'élimination successive, qui constitue le principe même du plan de la Genèse, a déjà, à cet endroit de la Bible, écarté l'histoire d'un grand nombre de peuples. De plus, au chapitre X, l'écrivain sacré a par trois fois fait allusion aux idiomes différents parlés par les descendants de Noé. Ira-t-il se contredire, quelques lignes plus bas, en parlant d'une langue unique ?

Aussi a-t-on fait erreur en interprétant *sâphâh,* qui littéralement signifie « lèvre », par « langage ». Comme on l'a fort bien démontré, dans aucun passage de la Bible où il intervient, ce mot ne signifie « langue, idiome ». Au chapitre XI, l'écrivain veut dire simplement que les hommes de Babel, au début de leur construction, étaient en parfaite conformité de sentiments. La discorde se mit

plus tard dans leurs pensées et ils renoncèrent à leur projet. Il n'est donc pas question d'une confusion de langues dont Dieu serait l'auteur immédiat. Celles-ci se différencièrent naturellement, à la suite de la séparation produite par la divergence de vues qui surgit à Babel.

On ne peut donc invoquer ces passages de l'Écriture sainte ni pour l'institution divine du langage primitif, ni pour la division de ce langage en idiomes différents. Il est bon de ne pas ignorer ces conclusions de l'exégèse. Elles fournissent de précieuses réponses à des adversaires qui, comme M. Lefèvre, écrivent sans sourciller : « Ce n'est pas un coup de théâtre, comme la légende de Babel, qui a dispersé les peuples et les langues » (1).

II

C'est donc l'homme qui a élaboré son langage. Avant de parler des hypothèses nombreuses qui ont été proposées pour déterminer ce qu'ont dû être les premières ébauches du langage humain, il faut encore écarter le système des évolutionnistes. Mais, ici aussi, il convient de s'entendre. Faut-il nier toute évolution du langage? Certes, non ; il est incontestable que les langues, organismes vivants sur les lèvres de l'homme, ont participé, dans la mesure qui leur était propre, au progrès de l'humanité, ou au moins qu'elles ont subi des transformations au cours des siècles.

Sur ce point tout le monde est d'accord ; mais les darwinistes demandent davantage, et ils ne veulent pas que l'homme ait acquis dès l'abord la faculté du langage. « Du moment, dit Schleicher, que nous trouvons dans la constitution matérielle de l'homme le principe de son langage, nous sommes obligés d'admettre que le développement du langage a marché du même pas que le développement du cerveau et des organes de la parole. »

(1) *Les Races et les langues*, p. 16.

Les évolutionnistes sont logiques en ce point, comme ils le sont quand ils soutiennent, par exemple, que l'homme n'eut point dès l'origine la perception de toutes les couleurs. Mais, on le sait, leur hypothèse même n'est rien moins que prouvée, surtout en ce qui concerne l'évolution lente et graduelle de l'homme. Dès lors, nous pouvons aussi négliger leur conclusion relative à l'évolution du langage.

Du reste, la nature même de celui-ci favorise peu la théorie darwinienne. Le langage, en effet, est la résultante de l'intelligence humaine et de la constitution physiologique de l'homme. Destiné par le Créateur à communiquer sa pensée, l'homme, depuis qu'il est homme, c'est-à-dire être raisonnable, possédant un larynx, des cordes vocales, des muscles buccaux en rapport avec la troisième circonvolution frontale, a pu et a dû faire entendre des sons. L'*Homo alalus* de Darwin, la période de l'homme aphone doivent être relégués au pays des mythes.

On a disserté à l'infini sur les premières manifestations du langage humain. Étaient-ce de simples cris, des onomatopées, des interjections? Toutes ces hypothèses ont été admises et réfutées, aucune d'elles ne s'impose définitivement à l'accord des savants.

Sans vouloir entrer dans le détail de ces systèmes, dont l'exposé nous entraînerait fort loin, nous dirons cependant les principales raisons qui doivent les faire rejeter. D'abord, l'onomatopée ne se révèle pas comme primitive. Plus on pénètre dans les couches profondes du vocabulaire, plus les onomatopées deviennent rares. C'est ce que constate l'observation. « Les onomatopées complètement spontanées, dit M. Preyer, sont rares chez les enfants : je ne les ai observées que chez des enfants connaissant déjà quelques mots » (1). Il en est de même pour l'homme. L'imitation des sons de la nature n'apparaît que comme

(1) *L'Ame de l'enfant*, p. 363.

un facteur tardif et sporadique du langage. Un exemple suffira. Le français se sert de l'onomatopée *coucou*, et cependant, dans les langues plus anciennes, elle apparaît bien réduite, puisque le sanscrit a *kokila*, le grec κόκκυξ et le latin *cuculus*.

Bien arbitraires aussi sont les rapports signalés par les partisans de l'onomatopée entre les mots et les sons. Quand Renan nous dit que « la rupture ne pouvait s'expliquer d'une manière plus pittoresque que par la racine ῥηγ », quand il ajoute que les racines latines *frem*, *strep*, *strid* » sont également la peinture naturelle du bruit dans ses différentes nuances, il faut reconnaître qu'il y a une simple impression personnelle qui ne saurait faire une preuve. Souvent ces mêmes bruits sont représentés dans d'autres langues par d'autres sons. Ainsi ῥηγ est en sanscrit *ruj*, en latin *frag*, en germanique *brech*. Pourquoi *strid* éveille-t-il l'idée d'un son strident? Mais parce que depuis notre enfance les mots *stridor*, *strident* nous y ont habitués, et non pas parce que ce son imite un bruit naturel. M. Bréal a écrit avec infiniment de justesse : « Il serait plus vrai de dire que nous entendons les bruits de la nature à travers les mots auxquels notre oreille est habituée depuis l'enfance » (1).

Tous les autres arguments produits en faveur de l'onomatopée sont de la même nature et se réfutent de la même façon. Aussi bien la recherche de l'origine du langage est un problème autrement compliqué que ne semble le supposer la solution facile de l'onomatopée.

Si haut que l'on remonte, même dans les langues dont les monuments, comme ceux de l'égyptien, datent de quarante siècles, nous ne saisissons que des formes relativement récentes, et derrière lesquelles on pressent déjà de nombreuses transformations. Dans le groupe linguistique le mieux connu et le plus approfondi, celui des

(1) *Mélanges de mythologie et de linguistique*, p. 401.

langues indo-européennes, il n'a pas été possible de reconstituer l'idiome fondamental, l'aryaque, ce mythe linguistique qui a échappé à tous les essais de reconstruction. Dès lors, toutes les hypothèses faites sur la nature des premiers éléments du langage manquent du fondement que donne l'observation directe.

Parmi les inductions auxquelles on a fait appel se trouve en première ligne celle du quadruple stade parcouru par les langues. De monosyllabiques qu'elles étaient à l'origine, comme le chinois, elles ont passé par l'agglutination, étant ensuite devenues flexionnelles et enfin analytiques. C'était, semblait-il, une base d'opération pour séparer chronologiquement les diverses langues, et même pour découvrir dans chaque idiome les éléments primitifs. « Qu'est-ce que la grammaire? » demande à son élève le maître d'école chinois. On connaît la réponse : « C'est l'utile science de distinguer les mots *pleins* et les mots *vides*. » Les mots pleins sont les racines dont la signification demeure dans toute son intégrité, les racines que dans les traductions du chinois on rend par des noms ou des verbes ; les mots vides sont ceux qui ont pour mission de préciser le sens et de marquer le rôle des mots pleins.

En partant de ce principe, on a cru pouvoir reconnaître dans toutes les langues, agglutinantes ou flexionnelles, des syllabes pleines et vides. Les premières sont les éléments constitutifs du mot, les syllabes radicales ; les autres, nous les appelons préfixes, affixes, infixes, suffixes. Cela posé, deux faits apparaissaient comme certains dans la formation des langues : « C'est d'abord qu'à un moment quelconque de leur existence, bien avant l'histoire, les milliers de groupes humains épars à la surface du globe se sont trouvés en possession de deux éléments vocaux, articulés et significatifs, les racines démonstratives ou pronominales, les racines attributives, nominales ou verbales ; ensuite, que ces deux classes de racines sont les seuls éléments du langage, qu'il n'y en a point d'autres, et

que toutes les langues sont issues de leurs diverses combinaisons, d'après les différentes aptitudes cérébrales et vocales de races ou sous-races distinctes, soit par simple juxtaposition de syllabes inaltérées, comme en chinois, soit par agglutination de plusieurs syllabes subordonnées à l'une d'entre elles, ce qui se produit dans les langues dites agglutinantes, soit enfin par fusion et contraction en un seul tout des syllabes juxtaposées ou subordonnées : c'est l'artifice constant des langues à flexions » (1).

Que faut-il penser de cette esquisse des étapes successives parcourues par le langage humain ? Répond-elle à la réalité des faits, est-elle une induction que les faits autorisent, ou une simple construction de tête des philologues ?

Il est certain que jusqu'à présent on n'a point constaté historiquement le passage du monosyllabisme à l'agglutination et à la flexion. Le sanscrit et l'hébreu, si haut que nous remontons dans l'étude de leurs monuments, se montrent toujours sous la forme flexionnelle. D'autres langues, au contraire, semblent manifester une marche en sens inverse de celle que décrit M. Lefèvre. MM. Grube (2) et Terrien de Laccuperie ont démontré que le monosyllabisme du chinois actuel est dû seulement au système monosyllabique moderne de l'écriture. Nombre de mots primitifs à deux et à trois syllabes ont été confondus par la faute d'un système graphique imparfait avec des mots réellement composés de deux ou trois mots monosyllabiques. En réalité, l'ancien chinois avait des termes monosyllabiques et dissyllabiques aussi bien que des monosyllabes ; la langue était agglutinante. Même phénomène en tibétain. Celui-ci a passé de l'agglutination au monosyllabisme (3).

Ces faits dûment constatés ne sont pas favorables à la thèse dont nous empruntions tout à l'heure l'énoncé à

(1) A. Lefèvre, *Les Races et les langues*, p. 36.
(2) *Die Sprachgeschichtliche Stellung des Chinesischen*, 1881.
(3) Muséon, t. VIII, pp. 247.

M. Lefèvre. Ils suffisent à renverser l'ordre d'évolution qu'on a cru pouvoir établir pour le langage dans la formule suivante : monosyllabisme, agglutination, flexion, analytisme.

L'argument qu'on tire, pour établir la réalité historique de cette succession, de la structure interne des langues et de l'analyse des grammaires, des vocabulaires et des éléments vocaux, n'a pas grande valeur. Sans doute on peut ramener les lexiques à un certain nombre de racines. Mais a-t-on le droit d'en inférer que ces racines suffisaient autrefois à constituer une langue? Nous ne connaissons pas la nature exacte de ces racines. C'est nous qui les avons créées ; elles sont le résidu ultime de notre analyse des mots. Mais rien ne prouve qu'il y eut un temps où les hommes ne conversaient qu'au moyen de ces racines.

M. Sayce a dit fort justement : « Comment des hommes pouvaient-ils se parler à l'aide de simples syllabes isolées qui n'indiquaient pas les rapports des idées entre elles?... Il faut à la vérité une foi bien robuste pour s'imaginer que le langage ait pu naître de ce qu'il y a de plus opposé à ce qu'on entend par le langage, d'autant plus que c'était là un langage, fondement et origine du groupe des langues infléchies. La langue ne peut contenir à sa base son contraire, le *non-langage,* ni révéler au savant qui l'étudie une pareille contradiction à son origine » (1).

Du reste, les preuves que l'on fournit sont peu convaincantes. On a dit que l'analyse des inflexions aryennes semble nous faire remonter à une période où le langage primitif était purement agglutinant, et à une période, plus ancienne encore, où il se composait de racines isolées. Cette analyse a été assez satisfaisante pour le verbe où, dans *amavi*, par exemple, on peut reconnaître *ama* et *fui*, mais la tentative a échoué pour la détermination des dési-

(1) Id., Encyclopedia britannica, 1888, t. XXIII, art. Tibet, *Philology*, pp. 347-8.

(2) *Principes de philologie comparée*, p. 130.

nences casuelles. La théorie des thèmes pronominaux est une pure hypothèse, et fût-elle démontrée, en quoi servirait-elle la thèse qu'elle doit appuyer? En effet, les langues agglutinantes ne forment pas leurs cas obliques à l'aide de pronoms, mais de postpositions, ou plutôt de racines verbales et nominales.

On a invoqué l'exemple des monosyllabes chinois en faveur du sens des racines primitives qui seraient à la base de toute langue. C'est se méprendre absolument sur la valeur des mots en chinois. Le chinois dans ses monosyllabes marque les rapports; du reste les mots chinois ne sont pas des racines. De même en anglais, le même mot peut être ou un verbe, ou un substantif, ou un adverbe, mais non pas en même temps ni à la même place.

M. Terrien de Lacouperie a fort justement remarqué à ce propos que si les langues du Tibet, de la Birmanie, du Pégou, de Siam, de l'Annam, de la Chine, sont généralement appelées monosyllabiques et passent, à ce titre, pour des survivants de la langue primitive, prétendûment formée de racines monosyllabiques, c'est là une illusion. « Un pareil monosyllabisme n'existe pas et n'a jamais existé. Il n'y a en réalité que trois sortes de monosyllabismes : un de dépérissement, un d'écriture et un d'élocution. C'est au premier et au dernier qu'appartiennent les langues du sud-est de l'Asie, avec la complication du second dans le cas du chinois moderne » (1).

Enfin la théorie du développement, que nous venons de réfuter sommairement, repose sur une assimilation qui n'est pas justifiée de la glottologie aryenne avec celle des autres langues. N'oublions pas que l'on prétend tracer la marche du langage humain en général. Or quand on a dit que les racines de toutes les langues sont monosyllabiques, on a été induit en erreur par cette illusion que l'histoire des langues aryennes éclaire dans toutes ses

(1) Muséon, t. VII, p. 341.

particularités l'histoire du langage. Rien n'est moins exact, et s'il est vrai de dire que les racines aryennes sont monosyllabiques, cet axiome est contredit pour d'autres groupes linguistiques. En accadien, on rencontre fréquemment des dissyllabes que non seulement rien ne permet de ramener à des monosyllabes, mais que la loi de l'harmonie vocalique rend absolument réfractaires à cette décomposition. Le bantou a pour règle le polysyllabisme des racines, et nous avons déjà dit que le tibétain offre plusieurs mots qui aujourd'hui sont monosyllabiques, mais qui sont issus de la combinaison de deux racines. Parlerons-nous des langues sémitiques fondées sur le principe du trilittéralisme? Là les racines sont essentiellement dissyllabiques, au point que lorsque les Assyriens empruntaient un mot étranger, ils le sémitisaient par l'addition d'une consonne ou d'une demi-consonne. Les mots qu'on appelle bilittères sont ou bien le résultat d'une altération phonétique, ou bien des mots empruntés.

Concluons : on n'a pas réussi jusqu'à présent à établir la thèse de l'évolution du langage, ni le passage successif du monosyllabisme à l'agglutination et à la flexion. Et pourtant que d'efforts tentés dans cette direction! Schleicher, Bunsen et Max Müller se firent les premiers champions de cette doctrine. Ils furent vigoureusement combattus par Pott et Renan. Pour ces adversaires, Whitney, l'un des principaux linguistes qui recherchèrent en ces dernières années les principes du langage, fut dur. « Ce sont, dit-il, des hommes avec lesquels il est inutile de raisonner; on doit les laisser à leurs systèmes et non pas les compter parmi ceux qui contribuent au progrès de la science linguistique moderne. »

M. Sayce ne s'est pas laissé déconcerter par cette vigoureuse tirade, et après avoir posé les objections que nous avons rappelées tout à l'heure, il ajoute : « Pour moi, je considère la théorie du développement comme fausse autant que séduisante; elle part de là que toute

science doit reposer sur la loi de l'uniformité de la nature, par suite que le principe formateur en œuvre dans les temps modernes doit être le même que celui qui agissait aux périodes plus anciennes. Conclure de là que les éléments formateurs récents sont d'une certaine nature, que les éléments formateurs plus anciens doivent être les mêmes, c'est une inférence illogique au suprême degré » (1).

III

Si l'histoire intime du langage, si l'analyse de ses éléments n'ont guère réussi à dévoiler le mystère de ses origines, n'y a-t-il pas à espérer davantage de son histoire extérieure, de la distribution ethnographique et géographique des divers idiomes ?

Quand on étudie sur la carte du monde la répartition des diverses classes de langues, on ne peut manquer d'être frappé de certains faits. Les langues agglutinantes, à part les îlots perdus du magyar, du turc et du basque, sont rejetées aujourd'hui aux extrémités du monde. Elles survivent en Sibérie, dans le centre et le sud de l'Afrique, dans les îles de l'Océanie et aux extrémités de l'Amérique, où elles reculent constamment devant l'envahissement des Européens. Le monosyllabisme demeure confiné dans le Céleste Empire entre les montagnes du Tibet, les déserts de la Mandchourie et les mers de la Chine et de l'Indo-Chine. Les langues flexionnelles se meuvent au centre du monde habité avec une expansion toujours croissante, qui a opéré le mouvement de recul de tous les autres idiomes.

C'est d'abord le groupe sémitique, parlé par les Chaldéens, les Assyriens, les Phéniciens, les Carthaginois, les Hébreux, les Syriens et les Arabes, qui ont refoulé en Asie et en Afrique le groupe agglutinant en éteignant le

(1) *Op. cit.*, p. 128.

sumérien en Assyrie, le turc en Asie et les langues africaines du nord, de l'est et du centre.

Puis sont venues les langues indo-européennes, qui en Asie ont poussé au delà des monts Vindhyas les idiomes dravidiens, supprimé les anciens dialectes du Caucase et de l'Arménie, et en Europe enserré dans d'étroites limites, d'où ils ne sortiront plus, l'étrusque et le basque. Depuis trois siècles, les idiomes aryens ont pénétré dans le nouveau monde qu'ils ne cessent d'envahir, au détriment des dialectes aborigènes qui bientôt n'existeront plus.

Il n'est pas douteux que cette rapide esquisse de la répartition des diverses langues suggère, pour la chronologie linguistique, certaines conclusions qui paraissent très plausibles. Au point de vue de l'évolution linguistique dont nous venons de parler, elle ne favorise guère la théorie du triple stade par où l'on prétend faire passer toutes les langues existantes. On peut, en effet, au moins d'une façon générale, établir le principe d'ethnographie que les régions les plus reculées des continents sont occupées par les races les plus anciennes. Or ce ne sont pas les langues monosyllabiques que nous voyons établies aux extrémités du monde ; ce sont les idiomes agglutinatifs. Faut-il conclure de ce fait que ceux-ci ont droit de représenter les premiers essais du langage humain ? Nous ne le prétendons nullement. Notre intention est moins d'établir une thèse que de dénoncer la fragilité des hypothèses qui ont été proposées.

On peut objecter au principe qui vient d'être énoncé, que ces races anciennes à langage agglutinatif ont pu essaimer au loin, tandis que les peuples primitifs, du moins en partie, restaient fixés au lieu d'origine. N'est-ce pas l'interprétation à donner à la position centrale des Chinois ? « Après avoir établi, dit M. André Lefèvre, que la chronologie ne remonte nulle part assez haut pour servir de base à une histoire du langage, nous avons montré toutefois que l'élimination progressive des langues agglutinantes par les langues flexionnelles, et surtout

l'expansion toujours croissante des idiomes indo-européens de plus en plus analytiques, s'accordent aisément avec l'analyse linguistique. Seul un énorme bloc fossile se tient à l'écart en dehors du mouvement qui a déposé pour ainsi dire les diverses couches linguistiques : le monosyllabisme chinois, annamite, siamois, sibérien, émerge du du fond du passé » (1).

Reste à savoir s'il émerge du fond du passé comme type primitif ou comme type déjà transformé. Or, nous avons déjà dit que le monosyllabisme chinois représente la seconde étape de la langue du Céleste Empire. De quel droit peut-on affirmer que le rôle historique de cet idiome lui assigne la même place que l'analyse linguistique?

D'ailleurs cette histoire est relativement récente. En admettant même la date de 2356 avant Jésus-Christ, que cite le Chou-King, on possède des inscriptions cunéiformes de 3000 ans avant notre ère, et les hiéroglyphes de Snéfrou, déchiffrés naguère par M. Bénédite, remontent à la troisième dynastie memphite, c'est-à-dire à environ 4300 avant Jésus-Christ. Et déjà avec l'égyptien de Snéfrou nous sommes dans la transition de l'agglutination à la flexion, et avec les Accadiens en pleine agglutination.

Il est regrettable que les recherches si approfondies de M. Terrien de Lacouperie sur les langues de la Chine avant les Chinois aient encore pénétré si peu dans le domaine de la vulgarisation (2). Elles ont une grande importance pour la question qui nous occupe. « Nous voyons, dit l'auteur en concluant, qu'il ne faut pas parler de l'antiquité et de la pureté de la langue chinoise, qui n'est, au contraire, que le résultat de croisements; nous voyons encore que la civilisation des Chinois n'est point le résultat de leur développement propre, mais bien une importation, et que, par conséquent, les théories sur les langues monosyllabiques, sur la formation primitive de

(1) *Les Races et les langues*, pp. 61, 62.
(2) Muséon, t. VI et VII.

tons linguistiques, sont désormais privées de l'appui qu'on avait toujours cherché pour elles en Chine » (1).

L'histoire des langues révèle un autre phénomène qu'il est intéressant de mettre en relief. Sans doute, la liste complète des diverses langues parlées dans l'univers est longue encore, et le polyglotte a fort à faire pour s'assimiler la connaissance d'un certain nombre d'entre elles. On ne peut nier pourtant une tendance constante à l'unification des langues. L'extinction des langues américaines est un fait presque accompli ; plusieurs idiomes océaniens ont déjà complètement disparu. Le latin, le sanscrit, le zend, l'assyrien, le copte, ne sont plus sur les lèvres du peuple : quelques initiés en gardent les secrets. Le thrace, le gothique, le punique, l'étrusque, le dace, le lette ont vécu. Combien de temps le celtique, le basque, le ladin de certains cantons suisses résisteront-ils encore? Jadis, l'espagnol et le portugais se parlaient sur une immense étendue du monde et jusqu'au sud de l'Amérique; cette extension est bien réduite.

Il y a quelques siècles, les principales langues parlées aujourd'hui étaient subdivisées en un grand nombre de dialectes. En Italie, il y avait le toscan, le florentin, le vénitien, le sicilien ; en Allemagne, le saxon, le moyen haut-allemand, le bas-allemand. Deux dialectes très distincts se partageaient la France, la langue d'oc et la langue d'oil. Aujourd'hui, sans doute, il reste des patois, mais les dialectes ont disparu devant le français, l'italien, l'allemand.

Il y a donc, l'histoire l'atteste, un effort constant d'unification des langues. Avec le progrès de la civilisation, avec l'extension des relations sociales, la facilité des rapports commerciaux et politiques, les variétés d'idiomes tendent à se réduire. L'empire d'Alexandre propagea une langue commune dans tout l'Orient; Rome importa son idiome chez tous les peuples qu'elle soumit; l'Islam a fait

(1) Muséon, t. VII, p. 342.

de l'arabe le moyen de communication d'un grand nombre de peuples d'Asie et d'Afrique, qui ont oublié leur propre langue.

Au contraire, plus l'homme se soustrait à l'action sociale, plus les dialectes se multiplient. Voyez l'Afrique, voyez l'Amérique, l'Océanie. Là l'isolement des tribus a créé la multiplicité des idiomes, au point que, sur un espace de terrain très restreint, on ne se comprend pas entre voisins. En 1631, Sagard constatait que, parmi les Hurons de l'Amérique du Nord, on ne trouvait point de langue unique, non seulement dans deux villages rapprochés, mais même dans deux familles du même village ; encore ces dialectes sans nombre changeaient-ils tous les jours.

M. Sayce a conclu de ce fait qu'au lieu de chercher à « dériver les langues d'un centre commun, il serait plus juste de dire qu'elles sont lentement sorties d'un amalgame de dialectes préexistants » (1). Du jour où l'humanité primitive se divisa en familles, la première unité linguistique fut rompue ; les variétés de langage se produisirent, car chaque famille a sa prononciation propre, ses mots favoris. A mesure que les migrations dispersèrent par le monde les plus anciennes tribus du genre humain, les dialectes se différencièrent davantage. Plus tard, quand les premières civilisations s'établirent, un certain nombre de ces dialectes s'amalgamèrent pour donner naissance aux premières langues dominantes. C'est ainsi que le chinois, réputé si primitif, si antique et si pur, n'est que le résultat de croisements ; le grec ancien absorba à son profit les autres dialectes, et le latin se substitua à l'osque, à l'ombrien, au sabin et à tous les autres idiomes italiques en s'incorporant bon nombre de leurs débris.

En d'autres termes, on constate, à diverses époques de l'histoire, des faits d'unification linguistique, comme ceux qui, à une époque plus rapprochée de nous, ont donné leur expression aux langues modernes. Aujourd'hui cette unifi-

(1) *Op. cit.*, p. 101.

cation s'opère de plus en plus. La facilité des communications, le commerce devenu international, le cosmopolitisme la favorisent plus que jamais. Ne faut-il pas conclure de cette loi de l'histoire des langues à l'impossibilité de remonter aux premiers éléments du langage humain, puisque l'unité en fut dès l'origine si éphémère ?

Les philologues semblent du reste comprendre de plus en plus que la science, même après de longues recherches, n'est pas mûre pour les questions d'origine. Ils pensent avec raison, dit M. Bréal, « que le meilleur moyen de résoudre les problèmes des origines, c'est d'abord de bien connaître les époques directement observables » (1).

Telle est aussi la pensée que nous avons voulu inculquer dans ces pages, en dénonçant la fragilité de certaines théories, qui avaient longtemps passé pour des axiomes presque indiscutables de la science linguistique.

Toutefois, avant de clore cet article, que plusieurs taxeront peut-être de scepticisme un peu outré, il ne nous semble pas inutile de prévenir une objection.

N'avons-nous pas à plaisir, et d'ailleurs sans fondement, détruit une théorie qui semblait acquise et que l'apologiste considérait comme un utile appoint, celle de la possibilité de ramener à un type commun les diverses langues parlées par l'homme ? Cette possibilité, que l'on semblait avoir entrevue, rendait service pour en inférer l'unité de l'espèce humaine.

Nous n'hésitons pas à déclarer avec M. Whitney, au risque de détruire des illusions bien chères, que « la science linguistique ne prouvera jamais par la communauté des premiers germes du langage que la race humaine n'a formé à l'origine qu'une seule et même société. Lors même que le nombre des familles serait réduit par les recherches futures, les familles ne seront jamais ramenées à une seule (2).

(1) Revue des Deux-Mondes, t. I, p. 211, 1887.
(2) *La Vie du langage*, p. 221.

» Mais, ajoute le même savant, ce qui est encore plus démontrable, c'est que la science linguistique ne prouvera jamais non plus la variété des races et des origines humaines. » Et pourtant les ennemis du dogme catholique se flattent de cet espoir. Naguère encore, M. Lefèvre s'appuyait sur ce fait que les caractères distinctifs, particuliers à chaque groupe de races pures ou croisées, qui militent en faveur du polygénisme, se sont fortement empreintes dans l'organisme du langage (1).

C'est là une illusion. Si la divergence des langues, en regard du point d'origine, semble arriver à dépasser la quantité exprimable, on ne peut pas en conclure logiquement que l'histoire du langage est celle de plusieurs courants parallèles sans indication de convergence. A quelle distance l'anglais n'est-il pas du sanscrit? et pourtant il a été possible, remontant la série de leurs transformations successives, de marquer le point où ils se recontrent.

Si donc, d'une part, il est chimérique de chercher un argument pour le monogénisme dans la réductibilité des langues, puisqu'un si grand nombre résiste à pareil effort, d'autre part, la linguistique n'est pas plus favorable à la diversité originelle des races humaines. La race a pu être une, et se répandre dès les premiers temps assez rapidement pour que les germes fondamentaux de chaque groupe de langues aient été en réalité produits indépendamment dans les unes et dans les autres.

Ce rapide aperçu sur quelques-uns des problèmes insolubles de la linguistique renferme, croyons-nous, cette utile leçon, que les résultats de la philologie comparative ont été, en notre siècle, assez brillants pour qu'elle ne s'égare point à la recherche de vaines chimères. Dans toute science, il y a les alchimistes, qui s'obstinent à trouver le secret de fabriquer de l'or. Qu'ils se souviennent, pour se consoler de leurs mécomptes, du mot du poète :

Est aliquid prodire tenus, si non datur ultra.

J. Van den Gheyn, S. J.

(1) *Op. cit.*, p. 11.

LES COMBUSTIBLES MINÉRAUX

DE L'INSULINDE

I

CHARBONS DE TERRE.

Si l'argent est le nerf de la guerre, on peut dire aujourd'hui que le charbon en est l'aliment. Il ne suffit pas de posséder le plus grand nombre de soldats ou les meilleures armes, il faut encore être le premier rendu sur le terrain, à la frontière ou chez l'ennemi. Il faut même lui prendre ses colonies avant qu'il ait eu le temps d'arrêter le mouvement d'invasion. Aussi la mobilisation rapide est-elle la principale condition du succès. De nos jours, il ne faut plus compter sur les jambes des hommes ou les voiles des navires pour effectuer le transport précipité des unités de combat : l'intermédiaire, aussi nécessaire qu'obligatoire, consiste dans l'emploi de moyens plus rapides, à savoir les trains de chemin de fer et les paquebots à grande vitesse. Or, jusqu'au jour, prochain peut-être, où l'électricité remplacera la vapeur, il est de première nécessité de posséder d'immenses dépôts de houille pour fournir à la consommation des locomotives

ou des chaudières marines. Ces dépôts doivent, dans ce dernier cas, être constitués soigneusement, de distance en distance, sur les routes conduisant aux colonies. Or, pour une nation colonisatrice comme l'Angleterre, sur l'empire de laquelle le soleil ne se couche pas, cela signifie un peu partout à la surface du globe (1). Les colonies étant absolument nécessaires à la vie de tout peuple qui veut progresser dans le monde, il s'ensuit que la question des dépôts de charbon devient pour toute nation d'avenir une question de première importance. On connaît assez bien les ressources minières de l'Angleterre et de ses colonies, et nous avons étudié ailleurs la distribution générale des dépôts de charbon dans toutes les mers (2). La création récente par la Hollande d'un nouveau dépôt avec port et fortifications dans l'île de Poelo Way, à l'entrée du détroit de Malacca, nous a amené à étudier les ressources en combustibles minéraux d'un archipel aussi intéressant que peu connu sous ce rapport, à savoir les grandes îles des Indes néerlandaises, Java, Sumatra et surtout la très grande et fort riche Bornéo, formant l'Indo-Malaisie de Wallace, et désignées par les Hollandais sous les noms d'Insulinde et d'Indonésie. Nous puiserons nos renseignements dans deux ouvrages récents, dont l'un est très complet. Ce sont : l'excellent livre du Dr Posewitz sur Bornéo et sa géologie (3), et le rapport de l'ingénieur des

(1) L'Empire anglais se compose presque essentiellement de colonies, ainsi qu'il résulte du tableau suivant :

Population du Royaume-Uni (Angleterre, Écosse et Irlande)	37 888 000	habitants.
Population du Canada	4 829 000	„
„ de l'Inde anglaise	289 732 000	„
„ de l'Australie et Tasmanie	3 730 000	„
„ des autres colonies de la couronne d'Angleterre	14 000 000	„
Total	350 179 000	„

Cfr. *L'Expansion européenne*, par le colonel Niox. Paris, 1893.

(2) Revue Française de l'étranger et des colonies. Paris, 1892-93.

(3) *Borneo, its Geology and Mineral Resources*, by Dr Th. Posewitz, translated from the german by F.-H. Hatch. 1 vol. grand in-8°, xxxii-495 pp., avec cartes et illustrations. Londres, 1892.

mines hollandais J.-A. Hooze à la Société royale néerlandaise de géographie, parus tous deux vers la fin de l'année dernière (1). Ce dernier traite spécialement des terrains carbonifères de l'archipel indo-néerlandais. Nous les compléterons par des extraits puisés dans différentes publications allemandes, hollandaises ou anglaises, et dans les journaux de l'Extrême-Orient, tels que le *London and China Telegraph*, le *Straits Times*, ou dans les rapports officiels des consuls à leurs départements respectifs. Dans la *Revue générale des chemins de fer* de 1891, nous trouvons une étude fort intéressante de l'ingénieur hollandais Post sur la voie récemment construite par l'État pour amener à la côte ouest de Sumatra les charbons des hautes terres de Padang, connus sous le nom de charbons de l'Ombilies, du nom de la rivière qui traverse les houillères (2). Cet article nous a servi à compléter le travail de Hooze sur cette voie ferrée, et nous y renvoyons le lecteur désireux d'en faire une étude plus approfondie que le petit extrait qui en a paru dans *La Nature* du 6 février 1892. Ceci dit en guise d'introduction et pour indiquer nos sources d'information, nous allons maintenant entrer dans notre sujet et offrir au lecteur un résumé, aussi succinct mais aussi complet que possible, de ces différents rapports et travaux spéciaux. Nous étudierons à part chacune des grandes îles au point de vue des combustibles minéraux qu'on y trouve, tels que houilles grasses ou sèches, lignites, tourbes et pétroles, ainsi que les conditions géologiques et l'exploitation de ces productions naturelles.

Fait extrêmement remarquable : à l'exception des mines

(1) *Overzicht der voornaamste kolenterien van den nederlandsch indischen Archipel*, door J.-A. Hooze. Broch. in-8°, 34 pp., extrait du TIJDSCHRIFT VAN HET KONINKLIJK NEDERLANDSCH AARDRIJKSKUNDIG GENOOTSCHAP (Revue périodique de la Société royale néerlandaise de géographie), 1892.

(2) REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER. Étude de M. J.-W. Post, ingénieur des mines, sur le nouveau réseau des chemins de fer de l'État à Sumatra. Juillet 1891.

de houille du Tonkin et peut-être de Formose, on peut poser en principe que, dans la plupart des pays tropicaux, les formations carbonifères n'appartiennent pas au même étage géologique que celles des pays tempérés, qui sont d'un âge beaucoup plus reculé. Il en est ainsi des terrains houillers des Indes néerlandaises ; ils sont plus jeunes, et se trouvent principalement dans les trois étages, Éocène, Miocène et Pliocène. La houille éocène, la plus ancienne des trois, se rapproche de celle du carbonifère européen, tant par ses propriétés physiques que par sa composition chimique. C'est un charbon bitumineux, dans lequel la proportion d'eau atteint de 3 à 7 p. c. Les charbons du tertiaire moyen ou miocène varient comme composition : suivant qu'ils proviennent de couches plus ou moins profondes, ils se rapprochent du charbon gras, du charbon brun ou du lignite. Ils sont d'ailleurs plus chargés d'eau que les premiers, car ils en contiennent de 9 à 20 p. c. Quant à la houille du tertiaire le plus récent (pliocène), c'est un lignite donnant jusqu'à 20 p. c. d'eau.

I. — SUMATRA.

Géologie et stratigraphie. — Avant de parler des charbons de Sumatra, il est intéressant de suivre l'ingénieur Hooze dans son aperçu géologique de cette île, l'une des plus grandes du monde après le Groënland, l'Antarctide, la Nouvelle-Guinée et Bornéo, car l'Australie est considérée comme un continent. Sumatra s'étend du N.-O. au S.-E., sur une longueur de 1117 kilomètres. Sa largeur maxima se trouve dans la partie médiane et atteint 400 kilomètres. Elle est parcourue dans toute sa longueur, et près de la côte ouest, par une chaîne continue de hautes montagnes, auxquelles on a judicieusement conservé leur nom malais de monts Barissan (de *baris*, être en ligne). Cette grande épine dorsale est formée de granits à travers lesquels se sont élancés de puissants cônes volcaniques au

nombre de cinquante-neuf, dont sept sont encore en activité, savoir le Dempo, le Kaba, le Korintji, le Talang, le Mérapi, le Pasaman et le Sorieq Berapi. Si l'on considère les îles voisines, de Java, Bali, Lumbok, Sumbawa, Flores, Timor, Céram, Célèbes et les Philippines, qui toutes contiennent des volcans éteints ou actifs (Java n'en a pas moins de quarante-cinq), on verra que tous ces cratères forment une série presque continue d'évents naturels, placés sur trois grandes lignes qui se croisent au fameux volcan du Krakatau, dans le détroit de la Sonde, entre Sumatra et Java. Ce sont évidemment là des lignes de moindre épaisseur et, par suite, de grande fracture dans l'écorce terrestre. Leur présence est la cause évidente des bouleversements nombreux, des plissements, failles, soulèvements et plongements, subis par les terrains de ces îles. Plusieurs volcans de Sumatra en s'éteignant se sont écroulés et ont donné naissance soit à des baies, comme celle d'Emma-Haven près Padang, soit à des lacs, dont les plus importants sont au nombre de cinq et se trouvent situés dans la partie médiane de l'île connue sous le nom hollandais de *Padangsche bovenlanden*, c'est-à-dire « hautes terres de Padang », du nom de la ville voisine.

Voici les noms et les caractéristiques géographiques de ces lacs (1) :

NOMS DES LACS	ÉTENDUE	ALTITUDE AU-DESSUS DE LA MER	PROFONDEUR
Maniendjoe	100 kilomètres carrés	459 mètres	157 mètres
Singkarah	112 „ „	362 „	268 „
Danau di Baroe (2)	11 „ „	1464 „	309 „
Danau di atas (3)	— „ „	1404 „	— „
Danau di bawa (4)	— „ „	1531 „	— „

(1) Nous conservons partout l'orthographe hollandaise des noms propres, ainsi que l'a fait M. Élisée Reclus dans sa *Géographie universelle*.

Il suffira au lecteur, pour les traduire en prononciation française, de remarquer que *oe* = ou ; *w* = ou. Exemples : *Baroe* = *Barou*, *Bawa* = *Baoua*.

(2) *Danau* en malais signifie lac. *Danau di Baroe*, lac de *Baroe*.

(3) *Atas* „ „ „ haut. *Danau di atas*, „ d'en haut.

(4) *Bawa* „ „ „ bas. *Danau di bawa*, „ d'en bas.

Le plus grand et le second en profondeur est celui de Singkarah, qui n'a pas moins de vingt kilomètres de longueur. Il s'écoule par une cluse étroite, située vers sa partie nord, dans la rivière Ombilien ou Ombilies qui, après avoir passé près des charbonnages ainsi appelés, prend les noms de Koentan, de Pamantoean, puis d'Indragiri dans son cours inférieur. Elle se jette à la mer à quelques kilomètres au sud de l'équateur, en face de l'archipel des îles Rhiow, à cent milles de Singapore. Le niveau du lac a été abaissé d'un mètre en faisant sauter sur cette hauteur un seuil étroit à son débouché dans l'Ombilies.

Nous avons dit que la base fondamentale des monts Barissan appartient aux granits ; on y trouve aussi des schistes primitifs.

Si l'étage carbonifère européen manque, on trouve par contre des terrains sédimentaires plus anciens dans Sumatra et aussi dans d'autres îles de l'archipel : à Java, Bornéo, Banca, Billiton, aux Moluques. Mais comme on n'y a pas encore découvert de fossiles, on ne sait s'ils appartiennent à l'époque du dévonien ou à celle du silurien, ou s'ils sont d'origine plus ancienne. On peut admettre, avec le savant naturaliste anglais Wallace, qu'une partie des îles de la Malaisie existait pendant la longue période mésozoïque et qu'elles étaient alors reliées au continent asiatique. Suivant Hooze, l'affaissement qui les en a séparées aurait eu lieu pendant la période crétacée. Les différentes îles seraient dues à des mouvements de dénivellation qui permirent à la mer de pénétrer dans les fissures. Le morcellement continua durant la période pré-tertiaire. Il fut accompagné d'éruptions de diabase et de porphyrite, suivies de roches andésitiques. Le soulèvement fut général vers la fin de cette époque, qui vit aussi commencer la période d'activité volcanique. Celle-ci continua à travers les âges du quaternaire, puis du diluvium, et s'achève de nos jours.

Wallace établit sa théorie de la liaison des îles avec le

continent, puis de leur séparation à l'époque quaternaire, en se basant sur la distribution des animaux dans les îles et sur le continent (1). L'exactitude de cette hypothèse a été démontrée depuis peu par la découverte de fossiles très curieux dans le diluvium de Java. Vers le milieu de l'année 1890, en creusant une carrière de marbre à Tjermee, dans la résidence de Kediri, on trouva dans une brèche, remplissant une crevasse, des restes nombreux de mammifères diluviens. Parmi eux était un crâne humain fossile; un autre fut découvert dans une grotte voisine. Tous deux portaient les marques caractéristiques qui distinguent les crânes australiens ou papouas. Le 24 novembre de la même année, on déterra dans les collines de Kendang (résidence de Madioen) une partie de mâchoire humaine ayant appartenu à un type bien inférieur à tout ce qu'on a encore vu. Il est donc bien établi par ces trouvailles que l'homme vivait à Java en même temps qu'un éléphant de l'espèce stégodonte, avec des hippopotames et des hyènes, et que l'île était alors reliée au continent asiatique où vivaient ces mêmes espèces par l'intermédiaire de Sumatra.

Mais revenons à la géologie de cette dernière, que nous étudierons en faisant usage des renseignements fournis par les excellents travaux de l'ingénieur des mines du gouvernement, M. Verbeek (2), incorporés dans la brochure de Hooze.

Lorsque, venant du large vers la côte ouest de Sumatra, on approche de la baie de Padang, on aperçoit d'abord le double sommet des deux volcans jumeaux Singalang et Tandikat, qui dominent tout le pays à 2890 et 2453 mètres de hauteur, et dont les laves sont arrivées jusqu'à la côte occidentale. Plus loin, on voit au N.-E. le Mérapi, 2892 mètres, et au S.-E. le Talang, 2542 mètres. C'est

(1) Cfr *The Malay Archipelago, the Land of the Orang-utan,* etc., by A. R. Wallace. London 1877, chap. I, p. 12.

(2) Cfr *Topographische en geologische beschrijving van een gedeelte van Sumatra's westkust.* R. D. M. Verbeek.

entre ces quatre volcans que se trouve le lac de Singkarah, formé par l'effondrement d'un cratère des monts Barissan. Cette mer intérieure est le plus grand lac de Sumatra après celui de Toba, dans le pays Battak, et dont l'étendue et la profondeur ne sont pas encore exactement connues. Par un temps très clair, au delà des petits nuages de fumée projetés par le Talang et un peu sur sa droite, se profile sur le ciel le sommet plus éloigné du Pasaman ou mont Ophir. Les plateaux de Padang sont cachés à la vue par une ligne de hautes montagnes formant la puissante chaîne du Barissan, qui s'étend sans interruption entre Solok et Padang-Pandjang, unissant ainsi le Talang au Singalang. A trois kilomètres au sud de Padang s'ouvre une baie, marquée sur certaines cartes anglaises *Brandewyn's Bay*, et sur les cartes hollandaises plus récentes *Konniginne-Baai* ou Baie de la Reine. Cette rade magnifique est constituée par le cratère d'un des anciens volcans dont la chaîne se continue le long de la côte. Son étendue et sa profondeur permettent d'y abriter une flotte entière. La partie formant le port proprement dit a été nommée, en l'honneur de la reine de Hollande, *Emma-haven*. C'est là qu'aboutit le chemin de fer conduisant aux charbonnages des Ombilies. Le port est protégé à l'ouest par une excellente jetée qui assure un bon mouillage aux navires. La baie, qui a la forme d'un demi-cercle de 1200 mètres de rayon, ouvert au sud, est bordée à l'est et à l'ouest par des falaises à pic formées de roches d'andésite et de trachyte, mesurant 80 mètres d'élévation, et continuées sous l'eau par des bancs de corail.

Deux bancs plus petits se trouvent aussi dans la baie. Les journaux anglais de Singapore prétendent que le mouillage n'y est pas sûr pendant la mousson de sud-ouest. Cela est fort probable, étant donnée l'orientation de l'entrée de la baie exposée aux vents dans cette direction.

Au point de vue purement géologique, que nous allons maintenant étudier, nous savons déjà qu'à Sumatra, après

les schistes du culm *(culmleien)* et le calcaire carbonifère formant l'étage houiller, se trouve l'énorme intervalle des périodes triasique, jurassique et crétacée, les séparant des formations plus récentes du tertiaire. C'est pendant cet âge géologique que le pays s'éleva au-dessus de la mer. Au commencement de la période tertiaire, il y eut un affaissement partiel du fond du golfe formé par la mer éocène dans ce qui constitue aujourd'hui les hauts plateaux de Padang. Ce golfe éocène était entouré de falaises constituées par des roches plus anciennes, telles que diabases et calcaire carbonifère, schistes ardoisiers et granits. Il avait une largeur moyenne de 20 kilomètres sur une longueur de 130 kilomètres, et s'étendait de Poear Datar à Sarieq Lawas. Une autre partie de Sumatra, formée par les districts de Palembang et des Lampongs, s'affaissait sous les eaux à cette même époque.

Les dépôts éocènes furent formés de grès divers pour la plus grande partie, le calcaire n'y jouant qu'un rôle secondaire.

On y compte quatre étages, dont les trois plus élevés se retrouvent aussi dans les autres îles de l'archipel de la Sonde.

Le premier ou l'inférieur consiste en une brèche et conglomérat de quartz, en schistes quartzifères et en calcaires. On y trouve encore des grès fins formés de sable granitique et de porphyre quartzeux, alternant avec des schistes marneux dans lesquels on remarque de magnifiques empreintes de poissons. Les roches de cet étage forment le fond et une partie des bords du bassin de l'ancienne mer éocène. Elles ont une épaisseur de 400 à 500 mètres, et leurs sommets atteignent jusqu'à 600 mètres de hauteur. On y trouve quelques couches minces de charbon impur.

Le second étage est, à proprement parler, l'étage carbonifère. Il se compose en effet de couches alternantes de grès et de houille. Le grès, d'une couleur blanche ou jaunâtre, est généralement formé de grains fins ou moyens ;

rarement il passe au conglomérat. Sa puissance totale est d'environ 600 mètres. On n'y a pas encore trouvé des fossiles animaux, mais seulement des empreintes végétales.

Le troisième étage, celui des grès marneux, est constitué par des grès fins et tendres dont le ciment est un calcaire argileux. Ils passent peu à peu à la marne et à l'argilite. Cet étage forme le rivage oriental du bassin dont les autres bords sont constitués par les roches de l'étage inférieur. Çà et là, on y rencontre des couches de charbon de peu d'épaisseur. Sa puissance totale, d'ailleurs difficile à apprécier, comporte au moins 500 mètres.

Le quatrième étage, ou étage supérieur, est celui du calcaire à orbitoïdes. Il ne se trouve que dans la partie sud des charbonnages d'Ombilies, où il constitue un pli de terrain d'environ 3600 mètres de longueur sur 500 mètres de largeur, près de Batoe Mendjoeloe. Un autre lambeau de calcaires se trouve près de Soeliki ; sa puissance est d'environ 80 mètres d'épaisseur.

Ces étages ne sont pas tous développés dans le sens vertical, mais en partie placés à côté les uns des autres. On peut cependant évaluer l'épaisseur des sédiments éocènes des plateaux élevés de Padang à 1680 mètres environ.

Charbonnages. — Considérons maintenant l'étage carbonifère. La première couche de charbon repose tantôt sur les schistes marneux, comme dans le sud de Songei Doerian, tantôt sur une brèche de porphyre quartzeux, comme à Parambahan au nord. On la trouve à une profondeur qui varie de 100 à 175 mètres, et sous un toit de schiste argileux. Les couches de houille sont placées dans un banc de grès de 40 à 60 mètres de puissance moyenne, mais qui va de 10 mètres minimum à un maximum de 200 mètres, comme à Parambahan. Plus loin, ce banc est recouvert d'un dike de 350 à 475 mètres de grès, ne renfermant aucune veine de charbon.

A l'est du méridien de Telaveh, sur la rivière Ombilies,

le champ carbonifère s'étend du nord au sud, couvrant une distance d'environ 10 kilomètres sur une largeur maxima de 9 kilomètres. On peut le diviser en trois parties, tant au point de vue topographique qu'au point de vue géologique. Les deux premières sont au nord et sur la rive gauche de la rivière, tandis que la troisième se trouve sur la rive droite.

Bassin houiller de Parambahan. — La section la plus septentrionale, dite charbonnages de Parambahan, du nom d'une rivière qui la traverse, est d'une constitution géognostique irrégulière. Grâce aux glissements subis par le terrain, celui-ci est brisé en une série de plis ou d'ondulations. On y trouve de quatre à dix couches de houille exploitable, dont trois ou quatre sont très épaisses. Le tout donne environ 10 mètres d'épaisseur totale de charbon. D'après des calculs très modérés, on peut évaluer la superficie de ce bassin à environ 3 millions de mètres carrés, et la production à 20 millions de tonnes de houille, si l'on admet que chaque tonne *in situ* ne donne plus que deux tiers de tonne de charbon extrait sur le carreau de la mine.

Toutefois ici l'exploitation se trouve dans des conditions défectueuses, à cause des failles résultant des glissements du terrain et de l'eau qu'elles renferment souvent. Le charbon se trouvant par masses séparées et disloquées, le travail ne peut se faire d'une façon continue. L'établissement de galeries bien conduites permettrait cependant d'en recueillir une grande quantité.

Bassin houiller de Sigaloet. — Ces charbonnages s'étendent du versant nord et abrupt du mont Sigaloet jusqu'à la rivière des Ombilies. Ils renferment en tout sept couches de houille très régulières, dont trois ici, quatre là sont susceptibles d'exploitation, présentant une épaisseur totale de 7 mètres de houille. L'angle de plongement de ces couches est de 27° à 45°, à la surface, vers le sud ; il

diminue rapidement avec la profondeur. Ce district ne renferme qu'une faille qui pénètre jusque dans la partie sud du bassin. On peut estimer qu'il renferme 80 millions de tonnes de charbon.

L'exploitation devrait se faire ici au moyen de puits. Mais les facilités seront plus grandes et les frais moindres que dans les charbonnages du nord (Parambahan). Ces avantages sont encore inférieurs à ceux que nous présentent les charbonnages de la partie sud de ce district.

Bassin houiller de Songei Doerian. — Le plus méridional des hautes terres de Padang, ce bassin présente l'intérêt le plus considérable et le plus réel. On peut le subdiviser en quatre sections de valeur très différente.

1. La partie la plus méridionale, située près de Moera Kalaban, sur la rive gauche de la rivière Pamoetan, ne contient aucune couche de charbon pouvant être exploitée, l'épaisseur des lits de houille n'y atteignant nulle part un mètre.

2. La seconde partie, placée entre les rivières Pamoetan et Loento, porte le nom de terrains de Soegar. On n'y a encore découvert que des couches de charbon minces et brisées, mais on espère arriver à une couche exploitable, en creusant plus profondément.

3. La troisième section est, à proprement parler, celle de Songei Doerian. On y a découvert trois couches exploitables, ayant une inclinaison de 18°. La première et la plus profonde est constituée par une houille fort pure ayant de 6 à 7 mètres d'épaisseur. A 20 mètres au-dessus se trouve la seconde couche, épaisse de 2 mètres. Une distance de 16 mètres la sépare de la troisième couche, qui mesure elle aussi 2 mètres de puissance. Quant à la direction des couches, elle est du sud-est au nord-ouest. A la surface, près du Loento, l'angle de plongement est d'environ 8°, mais il va en augmentant et atteint 35° sur la rivière Loera Gedang. L'inclinaison diminue toutefois avec la profondeur et finit par être de 5° et moins. La super-

ficie du champ carbonifère, compris entre la rivière des Ombilies et ses affluents le Loento et le Loera Gedang, représente 14 millions de mètres carrés. La quantité de charbon qu'elle contient est estimée à 93 millions de tonnes au moins. Près de la moitié, soit 47 millions de tonnes, pourrait être exploitée au moyen de galeries ouvertes débouchant dans les vallées des deux affluents susnommés des Ombilies. On arriverait à l'extraction de l'autre moitié avec des puits peu profonds.

4. La quatrième partie, qui est la plus septentrionale, s'étend de l'autre côté du Loera Gedang jusqu'auprès de Telaweh sur l'Ombilies. Elle mesure deux kilomètres et demi de longueur sur autant de largeur. Les lits de charbon y ont une épaisseur moindre que dans le district précédent. Vers le Loera Gedang se montrent trois couches, mesurant ensemble près de cinq mètres d'épaisseur, et disposées en forme de cuvette. Au nord, on connaît cinq couches, dont les quatre inférieures ont environ un mètre de puissance, et la cinquième beaucoup moins. Ici l'inclinaison de la direction des strates varie à courte distance. Comme valeur technique, cette partie des charbonnages est bien inférieure à la troisième, à cause des failles et des érosions qui s'y présentent en grand nombre. Cependant, rien qu'avec des galeries s'ouvrant au jour, on pourrait en extraire environ 4 millions de tonnes de houille.

Ainsi donc, il ressort de cet aperçu que la quantité totale de charbon exploitable dans la région de l'Ombilies n'est certainement pas inférieure à 200 millions de tonnes. Un autre ingénieur hollandais, M. de Grève, l'a même évaluée à 370 millions de mètres cubes, ainsi qu'il ressort du rapport de M. Post (1).

C'est dans la troisième section, dite de Songei Doerian, que l'on a commencé l'exploitation. Un chemin de fer,

(1) Cfr Revue générale des chemins de fer, juillet 1891, *loc. cit.*

que nous étudierons plus loin avec détails, a été construit pour amener ces charbons à la côte ouest. C'est l'État qui exploite les mines, la voie ferrée et le port. L'extraction de la houille se fait au moyen de galeries ouvertes au jour dans trois des couches principales sur la rive gauche du Loento. L'ingénieur Hooze estime que les galeries inférieures pourront atteindre 4000 mètres de longueur. Toutes ensemble fourniront 21 millions de tonnes de houille, tandis que celles du Loera Gedang en donneront 26 millions, sans qu'on ait à foncer des puits. Il comptait voir arriver les premiers chargements de houille à Emma-Haven au commencement de 1893. Les journaux de Singapore nous ont appris qu'il ne s'était pas trompé; malheureusement une inondation survenue en février a détruit une partie de la ligne et arrêté le trafic pour quelques mois, six, s'il faut en croire le *Straits Times* (1).

En conséquence de cet accident, la maison Lange & Cie, qui avait un marché pour fournir ces charbons à la marine à Atchin, a été informée par le gouvernement hollandais qu'on ne pouvait lui assurer un approvisionnement régulier et qu'elle était autorisée à fournir du Cardiff à la place.

On a aussitôt commandé en Europe un nouveau matériel de ponts des plus solides, afin d'éviter qu'ils ne soient emportés à nouveau par les crues très fréquentes dans le pays.

Nous n'avons pas de doute que la ligne sera sous peu complètement réparée et que les charbons d'Ombilies ne tarderont pas à s'emmagasiner dans le dépôt fortifié que les Hollandais viennent de commencer dans l'île de Poelo Way à la pointe N.-O. de Sumatra. Ils comptent faire là un arsenal militaire avec docks et magasins pour réparer leurs navires de guerre, aussi s'efforceront-ils de l'approvisionner au plus tôt avec ces charbons. Singapore voit d'un fort mauvais œil cette création militaire à l'entrée du

(1) Cité par le London and China Telegraph du 6 mars 1893.

détroit de Malacca. Il est à craindre, en effet, que si elle se réalise, elle ne porte un coup dangereux au commerce et à la puissance des colonies anglaises des détroits : Poulo Pinang, Malacca et Singapore, sans parler de Rangoon et Calcutta.

D'après les dernières nouvelles, la Hollande aurait déjà débarqué des troupes et commencé la construction de casernes et de magasins à charbon à Poelo Way (1).

Les charbons de l'Ombilies sont noirs, brillants, très durs, à fracture conchoïdale, avec éclat résineux, ne tachant pas la main. Ce sont donc bien des charbons bitumineux, se rapprochant comme valeur de nos houilles européennes d'âge bien antérieur. Abstraction faite d'une petite quantité de cendre (0.70 p. c.), ils donnent les résultats suivants à l'analyse, en moyenne :

Carbone . . .	77
Hydrogène . .	6
Oxygène et azote	13
Eau.	4
Total.	100

Cette composition chimique correspond à un rendement théorique de 7000 calories. Ils diffèrent des autres charbons des Indes néerlandaises, et particulièrement de ceux de Bornéo, en ce qu'ils ne contiennent pas de résine fossile. La quantité de cendres donnée par l'analyse, 0,70 p. c., est grandement dépassée en service courant dans la chaufferie d'une machine à vapeur. Elle varie en effet de 4 à 6 p. c. L'absence de la résine est malheureusement compensée par la présence du soufre, qui s'y trouve dans une proportion oscillant entre 0,35 et 0,60 p. c.

Ces charbons s'allument facilement sur la grille, où ils brûlent avec une longue flamme claire, d'où leurs noms

(1) London and China Telegraph, 23 janvier 1893.

hollandais de *pekkolen* et *pekvlamkolen*. Ils donnent peu d'escarbilles et de mâchefer, peu de suie ou de fumée et d'étincelles, et s'agglomèrent facilement au feu. Toutes ces qualités les rendent très propres au service des machines à vapeur. S'il faut en croire les expériences comparatives faites à bord de navires de la marine hollandaise, et tout particulièrement sur le *Maas en Wall,* les charbons anglais de Newcastle et de Cardiff leur auraient été trouvés inférieurs dans une proportion de 2 et même de 7,5 p. c. La valeur relative des houilles de l'Ombilies aurait été fixée en moyenne à 88 p. c. de celles de Cardiff. On estime qu'avec une production active et bien menée, les frais d'exploitation ne dépasseront guère 4 florins ou 8 fr. 48 par tonne; le prix du transport de la mine à Emma-Haven est estimé à 6 florins ou 12 fr. 72 ; le coût de la manutention, chargement, déchargement, mise à bord, 2 florins ou 4 fr. 24. Ils reviendraient donc en soutes des navires chargeant au port Emma à 12 florins, soit 25 fr. 44, et 16 à 17 florins, soit 33 fr. 92 à 36 fr. 04 dans les autres ports de l'archipel indo-néerlandais. Il n'y a pas de doute que, dans ces conditions, ils n'arrivent à faire avant peu une concurrence redoutable aux charbons anglais et australiens dans ces ports, voire même sur le marché de Singapore, distant de Port-Emma de 1330 milles. Mais cette distance pourra être réduite à 130 milles seulement si, comme on peut l'espérer, les mines sont un jour reliées à la côte orientale par une ligne ferrée aboutissant à Siak, sur la partie navigable de la rivière de ce nom. Cette voie n'aurait que 185 kilomètres de longueur, soit 16 seulement de plus que celle qui relie actuellement les houillères à Port-Emma (169 kilomètres). Dans ces conditions, le coût de la tonne rendue à Singapore ne dépasserait sans doute pas 30 francs.

Or, d'après les dernières mercuriales, la tonne de Cardiff y coûte 33 fr. 75, et il est bien près d'y être détrôné par les charbons du Japon, comme cela a déjà eu lieu à

Hongkong. Actuellement le charbon japonais ne coûterait que 6 dollars (25 fr. 50) la tonne sous palan à Singapore, et ce prix tend à diminuer, croyons-nous, étant donnée l'extension que prennent les mines au Japon (1).

On pourra juger de l'importance extrême que peut prendre cette question, tant pour l'Angleterre que pour la Hollande, quand on aura jeté les yeux sur les deux tableaux suivants, dont le premier indique la consommation annuelle de charbon faite dans les ports principaux de l'océan Indien, et le second la consommation annuelle des Indes néerlandaises pour l'année 1890 (2).

PORTS ANGLAIS :

Singapore	300 000	tonnes.
Poulo Pinang	35 000	„
Calcutta et Madras	120 000	„
Bombay	150 000	„
Total	605 000	„

COLONIES HOLLANDAISES :

Gouvernement indo-néerlandais	55 000	tonnes.
Compagnie des vapeurs des Indes néerlandaises	40 000	„
Compagnie des vapeurs Nederland et Lloyd de Rotterdam	40 000	„
Compagnie des chemins de fer des Indes néerlandaises	8 000	„
Total	143 000	„

Or ces chiffres, établis pour l'année 1890, ont plutôt augmenté que diminué, étant donné le développement constant de la navigation à vapeur et des chemins de fer dans ces parages.

(1) Pour en donner une idée, nous citerons ce fait, qu'une compagnie américaine de San-Francisco vient de passer un marché avec les mines de Hokkaïdo qui, en dix ans, devront lui fournir 2 500 000 tonnes de houille. Ces charbons ne coûtent que 6 à 7 dollars la tonne rendus en Amérique, alors que les autres, entre autres ceux d'Australie, y coûtent 9 dollars la tonne. London and China Telegraph, 20 mai 1893.

(2) Cfr Mittheilungen des koenigliche und kaiserliche geographische Gesellschaft in Wien, 1890, t. XXX, pp. 556 à 660. — Deutsche geographische Blaetter. Bremen, 1890-91, vol. XIV, p. 233. *Steinkohlen und Eisenbahnen in Sumatra*, von H. Zondewan.

On trouve encore six ou sept autres districts carbonifères dans la grande île de Poelo Percha, nom malais de Sumatra. Les principaux sont les suivants :

Bassin houiller de Tapan. — Situé dans les basses terres de Padang, il fournit un charbon éocène contenant en moyenne 5,30 p.c. d'eau. Sa teneur en soufre et pyrites est considérable, atteignant de 1,46 à 3,83 p.c. Il donne 62 p.c. de coke.

Bassin houiller de Benkoelen et Palembang. — Il se trouve dans les montagnes, formant la frontière entre ces deux districts. Il est à remarquer que si, dans Sumatra central, les roches de la formation carbonifère reposent directement sur les terrains primitifs, granits et schistes cristallins, il n'en est plus ainsi dans le sud de l'île, où houilles anciennes et diabases manquent complètement. Là les sédiments tertiaires, spécialement ceux de l'éocène, succèdent aux schistes anciens en partie carbonifères, puis viennent les granits et diorites formant le noyau de la chaîne du Barissan.

A Palembang, la formation éocène est bien connue ; elle consiste en calcaire et marne, mais ne contient pas de charbon.

A Benkoelen, au contraire, on ne connaît pas de terrains éocènes, mais seulement la formation du tertiaire moyen ou miocène avec des couches de charbon dont nous parlerons plus loin. De plus, on connaît, dans les deux districts de Palembang et de Benkoelen, la formation du tertiaire récent ou pliocène, dans laquelle se trouve une houille brune en couches d'une épaisseur souvent considérable.

Bassin houiller de Siboga. — Quand on se rend par mer de Padang à Siboga, soit une distance de 100 milles au nord-ouest, on a devant soi le spectacle d'une côte abrupte et d'abord difficile. C'est d'ailleurs la caractéristique des rivages occidentaux de Sumatra. On n'y trouve que de

rares ancrages ; tels sont ceux de Tikoe, des baies d'Ajerbangis et de Natal, et le beau golfe de Tapanoeli. Plus loin, on remarque une étroite bande de terre prise entre la falaise et un sombre rempart ininterrompu, s'élevant à pic au-dessus de la plaine. Il est formé par la chaîne des monts Barissan, que couronnent de distance en distance les cônes volcaniques du Pasaman, du Sikadoedock et du Loeboeq Raja, mesurant près de 300 mètres de hauteur.

La nature géologique de ces terrains montre la plus grande ressemblance avec ceux du centre de Sumatra ; on y trouve également toutes les roches cristallines et sédimentaires qui caractérisent ces derniers. A l'inverse de ce qui se passe dans le sud de Sumatra, nous n'avons pas ici les terrains plus jeunes que l'éocène, dont les étages supérieurs sont déjà rares dans le centre de l'île. Après le dépôt des ardoises ou schistes du culm *(culmschiefer)* du calcaire carbonifère, il ne s'est plus produit ici de nouveaux dépôts pendant toute la période mésozoïque. Ce ne fut qu'avec l'apparition des grès éocènes que commença un nouveau chapitre dans l'histoire géologique de ce pays.

Les quatre étages de la formation éocène ont tous leur développement au nord de la ligne Paja-Koemboeh-Soliki (24 kilomètres du nord à l'ouest de Fort de Kock). Cependant le second, ou étage carbonifère, n'existe que sur une faible étendue près de Soliki, et on ne trouve qu'un gisement de houille de peu d'épaisseur à Lantjaran.

Si l'on suit la côte du cap Batou Mana, pointe méridionale de la baie de Tapanoeli, en allant vers le sud jusqu'au cap Taboejoeng, à 90 kilomètres de là, on pourra faire les remarques suivantes :

Le pays, s'étendant de la côte jusqu'aux montagnes d'andésite et de schiste qui bordent à l'ouest la vallée de la rivière Ankola, est formé de grès en strates ondulées qui donnent naissance à un plateau coupé par des rivières à lits profondément encaissés. Ces grès appartiennent sans doute au second étage de l'éocène. On y a trouvé du

charbon, près de la baie de Tapanoeli et le long de quelques petites rivières situées plus au sud, entre autres le Silai et l'Asip. Les couches sont malheureusement peu épaisses, ne mesurant en moyenne que $0^m,50$, et elles sont très morcelées.

Dans la baie même de Tapanoeli, les grès reposent çà et là sur le granit. A peu de distance au nord et au sud de Siboga, chef-lieu de cette province, on trouve un gisement de houille de peu d'importance, puisque les couches ont seulement de $0^m,10$ à $0^m,40$ de puissance.

La qualité de ce charbon se rapproche de celle des houilles de l'Ombilies ; on en peut juger par les résultats suivants : eau, 4,03 p. c. ; coke, 64,9 p. c. On ne peut cependant songer à exploiter ces charbons, parce que l'épaisseur et l'étendue des couches sont trop faibles, puis leur formation est par trop irrégulière. Les terrains dits de Siboga sont par suite sans valeur au point de vue technique.

Bassin houiller du Tampat Toean (Atjeh). — C'est sans doute celui que le nouveau dictionnaire de géographie universelle désigne sous le nom de Vallée du Malabouh (Atchin) (1). D'après Hooze, la formation carbonifère doit encore se présenter sur divers points le long de la côte au nord de Siboga. La côte occidentale d'Atchin (ou Atjeh en hollandais) a été examinée à ce point de vue par l'ingénieur des mines Renaud jeune, sans résultat satisfaisant. Dans le district de Tampat Toean, il a trouvé quelques minces couches de charbon lourd et impur. Elles n'ont en effet que $0^m,10$ à $0^m,20$ d'épaisseur, et le charbon ne fournit pas moins de 35 p. c. de cendre.

Bassin houiller de Boekit Soenoer. — Dans le district de Benkoelen et à 30 kilomètres en ligne droite à l'est de cette ville, se trouvent des couches du tertiaire moyen

(1) Cfr NOUVEAU DICTIONNAIRE DE GÉOGRAPHIE UNIVERSELLE, par Vivien de St.-Martin, 1892, *Sumatra*.

des terrains carbonifères miocènes de Sumatra. Elles sont localisées autour du Boekit Soenoer (1).

L'ingénieur des mines Fenema les a examinées, et voici ce qu'il en dit: Ce terrain carbonifère se trouve à la base et au sud-ouest des monts Barissan, dans le bassin de la rivière de Benkoelen et plus particulièrement de la rivière Rindoehati, dont les affluents de gauche, le Soesoep et le Kamoemoe, traversent les gisements. Le Kamoemoe coule vers l'ouest dans un lit profondément encaissé et avec une pente très prononcée. Il débouche dans le Rindoehati à 19 mètres d'élévation au-dessus du niveau de la mer. Il reçoit sur sa rive droite comme tributaires importants le Mangoes, le Kamoening et le Pegambier, dont les embouchures se trouvent respectivement à 75, 59 et 30 mètres d'altitude.

Dans la vallée du Mengoes et de ses petits affluents, les couches de houille apparaissent çà et là, mises à nu par les érosions dues aux torrents descendant du Boekit Soenoer (581^{m}) pour se jeter dans le Mengoes. Les formations les plus anciennes de cette région sont les andésites et rhyolites, que recouvrent des dépôts formés de leurs débris, et qui sont percés en divers endroits par des coulées basaltiques ou recouverts près de la côte par les marnes pliocènes et le diluvium. Les dépôts miocènes de ce district sont remarquables en ce qu'à l'est du Barissan ils contiennent des lits de charbon, tandis que ceux de la partie occidentale n'en possèdent aucun. Les couches du groupe oriental se composent de schistes carbonifères, de charbon, de conglomérat, de schistes argileux, de marne et enfin de calcaire. Ces terrains ne constituent pas un système régulier, étant formés d'une grande quantité d'îlots aux contours les plus variés, qui diffèrent beaucoup entre eux par la composition et la situation. Par suite des érosions, les roches inférieures apparaissent parfois au milieu des terrains carbonifères.

(1) *Boekit* ou *boukit* en malais veut dire montagne.

Peut-être faut-il considérer le terrain de Benkoelen comme une alluvion ancienne, déposée sur une base très inégalement découpée par des baies ou anses à rivages fort déchiquetés. Un soulèvement postérieur à ces dépôts aurait disloqué l'ensemble, dont le peu d'épaisseur ainsi que les différences de niveau de la base auraient facilité l'enlèvement par les eaux.

L'épaisseur des couches de charbon passe de $0^m,20$ à $4^m,50$. La nature de la houille varie avec les couches; dans celles qui sont minces, elle est souvent en fragments, tandis qu'au contraire dans les strates épaisses elle est fort dure, à cassure conchoïdale, donnant peu de poussière et offrant à première vue une apparence très satisfaisante. Un examen plus attentif oblige cependant à la classer parmi les charbons bruns ou lignites, vu la quantité d'eau qu'elle contient et qui est assez considérable (14 à 20 p. c.). Sa solution dans la potasse bouillante a d'ailleurs la couleur brune caractéristique. La quantité de cendres est aussi très forte. Ces charbons sont donc de qualité médiocre. Si l'on considère d'ailleurs la nature défectueuse du terrain et la disposition des gisements en îlots disséminés, on est amené à cette conclusion que seules les parties les plus favorablement situées peuvent prétendre à l'exploitation.

Les meilleurs dépôts de charbon se trouvent vers l'embouchure de la rivière Kamoening, à Soeban, ou plus haut à Moera Simpoer près de la rivière Mangoes. Les premiers ont cependant une telle irrégularité qu'il n'est guère possible d'évaluer leur production en houille d'une façon quelque peu certaine. Près de Moera Simpoer, on peut compter sur trois couches mesurant $1^m,60$, 3 mètres et $3^m,50$ d'épaisseur, à une profondeur respective de 35 mètres, 120 mètres et 130 mètres. Elles n'existent malheureusement que sur 800 mètres seulement d'étendue. Le rendement probable peut être évalué à 668 800 mètres cubes, soit 400 000 tonnes pesant de

charbon extrait. Dans les parties moins bien situées au point de vue de l'exploitation et du transport, on n'arrivera certainement pas à des chiffres plus élevés pour la production.

Pour transporter les charbons de Moera Simpoer à la côte, il faudra d'abord établir une voie charretière de 10,5 *paals* (15,75 kilomètres) de longueur sur les terrains à pentes rapides qui séparent cet endroit de l'embouchure de la rivière Rindoehati, point où les gros bateaux du pays *(prahoes)* cessent de pouvoir la remonter. Ces bateaux amèneront les charbons au chef-lieu. Ils reprendront alors la voie de terre par une route carrossable de 2 paals de longueur (3 kilomètres) qui les amènera au port. On devra creuser celui-ci pour permettre aux navires charbonniers de grand tirant d'eau d'accoster le long des quais, sur lesquels il faudra bâtir des magasins et organiser un matériel coûteux permettant de décharger directement les wagons dans les cales des navires. D'après les calculs les plus modérés, le transport des houilles de Moera Simpoer au port ne reviendrait pas à moins de 7.30 florins (15 fr. 48). Celui des charbons de Soeban ne coûterait par contre que de 3 fl. 50 à 5 fl. 60 (7 fr. 42 à 11 fr. 87), à cause de la moindre longueur de la route par terre. Il ne peut être question de faciliter ces transports par l'établissement d'une voie ferrée, qui ne pourrait être utilisée que pour le service exclusif de l'exploitation minière. La valeur des mines et des charbons de Benkoelen ne permettrait d'ailleurs pas d'aussi grandes dépenses. Ces charbons, en effet, ne peuvent être estimés valoir plus de 10 à 12 florins (21 fr. 20 à 25 fr. 44) la tonne rendue au port. Aussi, dans le cas le plus propice, il ne resterait que 5 florins (10 fr. 60) par tonne pour l'exploitation, les frais de transport absorbant la différence. Ce chiffre est trop faible pour laisser un gain, surtout si l'on considère que l'on serait bientôt forcé de creuser des puits profonds et de lutter contre l'envahissement de l'eau très abondante dans ces terrains. L'ingénieur Fenema

paraît donc avoir raison quand il dit que l'exploitation de ces gisements ne pourrait aboutir qu'à des pertes considérables. Hooze n'a parlé si longuement de ces terrains que parce qu'il a été question déjà plusieurs fois de les exploiter.

Bassin houiller du Sepoeti. — Il est situé sur les bords de la rivière de ce nom, dans le district des Lampongs au sud de l'île. Dans ces terrains, les dépôts éocènes, grès et conglomérats, sont seuls carbonifères. Ils reposent sur les granits et contiennent deux couches de charbon, dont l'une mesure $1^m,70$ d'épaisseur ; encore est-elle subdivisée en trois lits comme suit : charbon $0^m,50$, argilite $0^m,50$, charbon $0^m,70$. L'autre couche a $0^m,70$ de puissance. Bien qu'aussi bons que ceux de l'Ombilies, ces charbons ne valent pas cependant l'exploitation, sans doute à cause du trop peu d'épaisseur des couches.

Autres bassins houillers de peu d'importance. — Sur la côte orientale de Sumatra, on ne connaît pas encore d'autres charbons que ceux de l'étage éocène de Loeboek Bendara, sur le cours supérieur de la rivière Bokkan ; mais ils renferment 41 p. c. de cendres et sont par suite inutilisables. Vivien de Saint-Martin cite de plus que Hooze des districts carbonifères dans la vallée du Sinamoe, dans celle du Toungkal et sur les bords de l'Indrapoera (1). M. Élisée Reclus parle encore de l'existence de charbon à Mokko-Mokko, port au sud de Padang, mais pour l'un comme pour l'autre nous ne savons sur quels documents ils s'appuient, Hooze n'en parlant pas dans son excellent travail.

De Sumatra proprement dit, passons aux nombreuses îles qui bordent ses côtes, principalement à l'ouest. Une enquête a démontré que l'île Nias, l'une des plus importantes, ne possède que deux formations tertiaires récentes,

(1) Nouveau dictionnaire de géographie universelle, *Sumatra.*

la marne miocène recouverte de calcaires coralliens pliocènes. Dans la vallée de la rivière Glora et sur quelques autres points, on trouve dans la marne une mince couche de charbon mesurant de $0^m,30$ à $0^m,50$ d'épaisseur. Il est noir et luisant, mais, comme celui de Benkoelen, il appartient à la variété des lignites. Il n'y a donc pas de terrains carbonifères proprement dits sur cette île.

Chemins de fer d'exploitation. — La voie ferrée qui dessert les charbonnages des Ombilies, récemment achevée, est la première qui ait été construite à Sumatra. Elle est encore à peine connue ; aussi croyons-nous utile de la décrire ici, d'après Hooze, au point de vue géologique, et d'après Post, au point de vue purement technique (1).

Elle part de Port-Emma, à 3 kilomètres au sud de Padang, où l'on a amélioré le mouillage au moyen d'une jetée à l'ouest et construit un quai en bois le long duquel les navires trouvent $8^m,25$ d'eau à mer basse.

A terre, on a accumulé toutes les facilités pouvant aider au chargement. Le magasin aux charbons, qui peut contenir 5000 tonnes, est mis en communication avec les navires au moyen d'un viaduc et d'un déversoir du système anglais connu sous le nom de *spout* et construit sur le modèle des meilleurs appareils fonctionnant dans les ports charbonniers du pays de Galles. Grâce à cette installation, on peut décharger directement dans les cales les wagons venant des mines ou du magasin par la voie ferrée.

Au sortir de Port-Emma, la voie franchit d'abord un pli de terrain de 12 mètres de hauteur et se dirige au N.-N.-O. vers le chef-lieu Padang (25 000 habitants). Là une courte ligne la met en communication avec

(1) Cfr REVUE GÉNÉRALE DES CHEMINS DE FER, juillet 1891 : *Étude sur le nouveau réseau des chemins de fer à Sumatra*, par J.-W. Post, ingénieur des chemins de fer de l'État, à Sumatra.—LA NATURE, n° 975, 6 février 1892, a reproduit une partie de cet article sous la signature L. B. (Baclé?)

les quais de Poelo Ayer, faubourg sud de Padang, servant de port à l'embouchure de la rivière du même nom. La ligne principale traverse ensuite un terrain d'alluvion sensiblement horizontal pour arriver à Loeboeq Aloeng, où elle s'infléchit vers le nord pour remonter la vallée de la rivière Anei ou Aneh, laissant sur la gauche des granits, des schistes ardoisiers anciens, et sur la droite le diluvium marin. Au kilomètre 56 elle atteint Kajoe Tanam, par 143 mètres d'altitude. Une pente de 6 à 7 centimètres par mètre l'amène, à 15 kilomètres plus loin, au point le plus élevé de son parcours : c'est la ville de Padang Pandjang, dont la cote est de 783 mètres. Pour franchir une pareille pente, il a fallu recourir à un rail central à crémaillère. Une partie du trajet passe dans un tunnel de 70 mètres de longueur, établi vers la partie la plus étroite de la gorge de l'Anei. Dans ce col, on a sur la droite le granit et les schistes ardoisiers des monts Barissan, tandis que sur la gauche s'élève à 2940 mètres le redoutable volcan du Singalang.

Padang Pandjang est le chef-lieu de la province des Quatre Kottas et sert de résidence aux fonctionnaires du gouvernement hollandais. De là, un embranchement se dirige au nord vers Fort de Kock, en suivant la route qui passe entre le Singalang et le Mérapi (2925 mètres). Pour atteindre le col séparant ces deux volcans, à une altitude de 1154 mètres, il a fallu escalader au moyen de la crémaillère une pente atteignant jusqu'à 80 millimètres par mètre. A partir de Kota Baroe, station de la passe, qui se trouve à l'altitude du tunnel du Saint-Gothard, on descend rapidement de 166 mètres sur une longueur de six kilomètres seulement, entre Kota Baroe et Padang Louar, où se termine la crémaillère. La ligne s'arrête actuellement à la station militaire de Fort de Kock, six kilomètres plus loin, c'est-à-dire à 96 de Padang, par 920 mètres d'altitude. La prolongation de cette ligne jusqu'à Pajakomba, à 30 kilomètres plus à l'est, est à l'étude.

De Padang Pandjang, la voie principale se dirige vers les charbonnages de l'Ombilies, presque toujours en descendant. La voie s'étend d'abord sur 5 kilomètres jusqu'à Poeding (altitude 728 mètres), où il a fallu ajouter à nouveau la crémaillère centrale pour atteindre Batoe Tabar, au kilomètre 94, par 370 mètres. Là on se trouve sur le bord du grand lac de Singkarah, dont la surface toujours calme, grâce aux sommets élevés qui l'environnent de toutes parts, produit sur le spectateur une impression inoubliable. La distance entre Padang Pandjang et le lac est de 17 kilomètres et demi, et la pente mesure en moyenne $0^{m},03$ par mètre. Toute cette partie de la ligne repose sur un terrain volcanique. La voie se dirige alors à l'E.-S.-E. jusqu'à Semarang, pour prendre ensuite une direction S.-S.-E. jusqu'à Singkarah, extrémité sud du lac (369 mètres), dont elle a suivi le bord oriental en déplaçant çà et là l'ancienne chaussée et quelques ruisseaux.

De Semarang à Singkarah on traverse en palier, le pays étant horizontal, des terrains volcaniques. Un peu avant Semarang et l'endroit où l'Ombilies sort du lac vers Moeka-Moeka, on aperçoit les roches primitives du massif central des monts Barissan. De là jusqu'à Singkarah, on a sur sa gauche le plateau de Semarang, formant la partie orientale du volcan dont l'écroulement de la partie occidentale a formé le lac. Le pays à l'est du lac s'appelle les Vingt Kottas (villages) et présente une constitution géologique très compliquée ; c'est une partie du plateau central de Menang Kabreo ou Kabao, célèbre par sa richesse et sa salubrité.

Une route partant de Padang Pandjang et allant vers l'est mène au Fort van den Capellen, à 22 kilomètres, que l'on compte atteindre plus rapidement par un tronçon de voie ferrée de 14 kilomètres partant de Batoe Tabar, actuellement en projet. La raison d'être de cette ligne se trouverait dans l'exploitation de riches minerais de fer magnétique situés non loin du fort. On lavait l'or

autrefois dans les ruisseaux de ce plateau. D'après Post, Fort de Kock, Fort van den Capellen et Solok sont situés dans des pays riches, dont la population est aussi dense que celle des contrées les mieux peuplées de l'Europe. Il y a donc quelque chance de voir les chemins de fer s'y développer. Ils transporteraient à la côte, en plus des minerais utiles, charbon, fer, etc., le café et le riz que l'on cultive avec succès sur les plateaux. Par contre, ils apporteraient à la population le sel et le pétrole. On sait quel est l'heureux résultat obtenu par l'Angleterre avec ses chemins de fer dans les états miniers de Pérak et Malacca de la péninsule malaise (1). Nous n'avons pas de doute que le gouvernement hollandais arrivera, lui aussi, à d'heureux résultats en complétant le réseau commencé des chemins de fer du centre de Sumatra, surtout s'il pousse jusqu'à la côte orientale la ligne desservant les charbonnages des Ombilies.

De Singkarah la route s'infléchit vers le sud, traverse la ville et la rivière de Soemanieq, dont elle suit le cours jusqu'à Solok au kilomètre 122, par 386 mètres d'altitude. Or, à vol d'oiseau, ce point n'est qu'à 38 kilomètres d'Emma-Haven, et il a fallu pour l'atteindre décrire les trois quarts d'une ellipse dont le petit axe représente le plus court chemin. Dans un premier projet, on devait suivre ce plus court chemin d'aussi près que possible. On remontait la vallée de la rivière de Padang, pour traverser les monts Barissan à la passe de Soebang, au moyen d'un tunnel incliné de 138 mètres de longueur, s'ouvrant à la cote de 1040 mètres, soit à 60 mètres au-dessous du col, dont l'altitude maxima est de 1110 mètres. La longueur totale de la voie de Port-Emma au point terminus de Sawah Lawas (3 kilom. à l'E.-N.-E. de Solok) n'eût été que de 71,5 kilomètres. On proposa aussi de réduire

(1) Cfr Revue française de l'étranger et des colonies, 1892-1893, t. XVI et XVII, nos 151, 152, 157, 158 : *Péninsule malaise, ressources et avenir*, par A.-A. Fauvel.

cette distance de 10 kilomètres et de la ramener à un minimum de 61,5 kilomètres en traversant directement le plateau de Padang; mais cela eût entraîné la construction d'une voie à crémaillère, comme celle du Righi, sur une longueur de 3,8 kilomètres, la pente mesurant en cette partie du tracé $0^{m},20$ par mètre. Ce projet mérite certainement la préférence si, en plus du transport des charbons, on veut prévoir l'amélioration des communications et des jonctions à opérer plus tard avec les lignes principales à construire dans cette partie de Sumatra (1).

De Solok aux mines de Moera Kalaban, la direction générale de la ligne s'incline à 90° au N.-E. De fait, elle suit d'abord vers l'est une plaine d'alluvion jusqu'à Sawah Lawas. De là, elle court au N.-E. sur les laves anciennes du volcan éteint de Singkarah, et suit la vallée du Soengei Lassi (2), qui devient plus bas la rivière de Pamoetan et constitue un affluent de droite de l'Ombilies. Les pentes de la partie supérieure de cette vallée atteignent 20 millimètres par mètre; la voie y repose sur des terrains granitiques légèrement ondulés. A cinq kilomètres avant d'atteindre Kalaban, commence une chaîne de diabase dont les sommets atteignent 1200 mètres de hauteur. On y trouve des lambeaux épars de schistes ardoisiers anciens et de calcaire carbonifère formant des îlots allongés.

Près de Moera Kalaban commence un sol de grès formant de hauts remparts à pic qui donnent au paysage un aspect extrêmement pittoresque. Ces roches appartiennent aux terrains carbonifères des Ombilies et du Songei Doerian, dont elles sont le prolongement méridional. On n'y connaît pas cependant de couches de houille exploitables; celles-ci ne commencent à paraître que dans la vallée du Loento (affluent de l'Ombilies), à 3 kilomètres plus au nord.

(1) Pour plus de détails sur les divers projets, consulter les DEUTSCHE GEOGRAPHISCHE BLAETTER, Bremen, 1890-91, vol. XIV, p. 233.

(2) *Soengei* en malais veut dire fleuve ou rivière.

Pour atteindre l'extrémité de la ligne, il faut encore gravir un flanc de montagne et s'élever à 158 mètres au-dessus de cette vallée. En vue d'améliorer le tracé et de le raccourcir, on a creusé dans cette montagne un tunnel de 826 mètres de longueur. Il s'ouvre à la cote de $271^{m},50$ pour se terminer dans la vallée du Loento, à peu près au niveau des mines et à 1750 mètres de l'entrée des galeries. La voie se prolonge jusqu'à Sawah Loento (à 156 kilomètres du port et 256 mètres d'altitude). Dans cette dernière section, les rampes ont $0^{m},017$ de pente par mètre et les courbes mesurent 150 mètres de rayon au minimum. Un tronçon de voie de près de 800 mètres de longueur, décrivant une forte courbe, rejoint cette station aux mines.

Les rails sont en acier et pèsent 105 kilos par mètre courant. Ils reposent sur des traverses en fer, à profil variable, obtenues au laminage et pesant 39 kilos. La crémaillère est à échelons trapézoïdaux du système Riggenback. L'écartement des rails est de $1^{m},067$. Les wagons sont du type américain, sur boggies, à tampon central. Il y en a pour deux classes de voyageurs. Les wagons à marchandises pèsent 9250 kilogr. à vide et peuvent porter 20 tonnes de charbon.

Le travail de construction a été fait par des forçats déportés et des coolies chinois. Achevée vers la fin de 1892, cette voie avait été commencée en septembre 1887 par l'ingénieur de l'État Yzerman, sous la direction de M. Clujzenaer. En certains endroits, on a utilisé pour les travaux la propriété que possède l'eau courante d'entraîner la terre et de la déposer à l'endroit où la vitesse du courant diminue. Là où il fallait déblayer, on amenait l'eau par de petits canaux; les ouvriers piochaient la terre, et l'eau l'entraînait à de grandes distances, grâce aux fortes pentes. Là où l'on voulait établir un remblai, un clayonnage en bambou retenait la terre et les sables, laissant passer l'eau et la vase. On a pu avec ces alluvions

factices établir rapidement des terrassements ayant jusqu'à 18 mètres de hauteur, et tellement durs que, même pendant les travaux, on pouvait les parcourir à cheval.

Nous ne savons pas exactement ce qu'a pu coûter au gouvernement hollandais l'établissement de ce chemin de fer. D'après l'article de M. Zondewan dans les Feuilles géographiques allemandes, la dépense aurait été estimée au début de 17 à 20 millions de florins (42 400 000 francs); mais, travail fait, elle ne dépasserait pas 14 800 000 florins (31 376 000 francs), soit 87 500 florins ou 185 500 francs par kilomètre. L'établissement au Port-Emma serait revenu à 1 400 000 florins, soit 2 968 000 francs.

D'après les plans de l'exploitation, la nécessité de fractionner les trains et de réduire leur poids et leur vitesse sur les parcours munis de la crémaillère diminuent de beaucoup la puissance de la traction. On ne peut compter moins de 10 ou 11 heures pour parcourir la distance des mines à la côte, sans parler du temps nécessairement perdu dans les manœuvres. Dans ces conditions, le rendement de la ligne est faible et le transport coûteux.

La valeur des charbonnages, que les ingénieurs hollandais et l'auteur de la carte de Sumatra, M. W. Havenza, estiment être des plus riches du monde, amènera sans doute à construire, avant peu, une ligne directe vers la côte orientale. Hooze fait cependant remarquer que cette route traverserait un pays habité par des populations indépendantes et mal disposées, et puis qu'elle serait au moins aussi longue que l'autre. A cela on peut répondre avec un correspondant du *London and China Telegraph* que, pendant la mousson de sud-ouest, la côte occidentale de Sumatra est loin d'être sûre et que le Port-Emma lui-même est mal abrité contre ces vents. De l'embouchure de la rivière de Siak à Singapore, il n'y a que 100 milles et la mer est toujours calme. M. Clujzenaer, le premier ingénieur de la ligne de Padang Loento, a déjà étudié le tracé, que nous avons même trouvé indiqué sur une carte

de Sumatra accompagnant un article de M. R.-A. Eekhout de Java, dans le Journal de la Société royale néerlandaise de géographie (1), et dans le compte rendu du congrès international de Berne en 1891. Il démontre la possibilité de cette route « qui, dit-il, permettra d'approvisionner aussi dans le détroit de Malacca les bateaux à vapeur avec les excellents charbons d'Ombilien (2) ».

II. — JAVA.

Aperçu géologique. — Cette grande île, peuplée et fertile, ressemble beaucoup à celle de Sumatra au point de vue géologique. Bien que différant légèrement comme composition chimique, ce sont les mêmes roches qui forment le noyau fondamental des deux îles.

Les schistes anciens constituent le substratum dans les îles du détroit de la Sonde entre Java et Sumatra, ainsi que sur les îles Zutphen et Brabandsch Hoedje, sous le rempart de Java en face Anjer. Cependant, parmi les roches arrachées aux couches profondes et rejetées par le volcan de Krakatau en 1883, on n'en a pas trouvé d'anciennes, mais seulement des débris des étages du miocène et du diluvium. De là, en se dirigeant vers l'intérieur de Java, on ne retrouve ces schistes qu'en petits îlots près de Djazinga et de Buitenzorg; ici ils sont imprégnés de quartz et de rognons de diorite augitique quartzifère. On a encore reconnu les schistes anciens dans le centre de l'île, sur un petit district dans les montagnes sud du Serajoe. Là ils contiennent des micaschistes et des schistes à serpentine, alternant avec des cornéennes rouges, des schistes quartzeux et un calcaire jaunâtre tirant sur le rouge. Des roches plus anciennes ont encore été trouvées

(1) Tijdschrift van het koninklijk nederlandsch aardrijkskundig genootschap. 2. S., vol. viii, p. 195. Leiden, 1891. *Aanleg van staatspoorwegen in nederlandsch Borneo en Zuid Sumatra*, par R.-A. Eekhout.

(2) Congrès international de Berne, 1891, p. 218. *Le Progrès des îles de la Sonde par leurs chemins de fer*, par R.-A. Eekhout, de Java.

sur la côte méridionale, principalement vers l'ouest, entre autres dans la baie de Tjiletoek et près de Tjiboelakan, où existent aussi des gabbros, de la serpentine et des schistes cristallins.

La formation carbonifère, c'est-à-dire le groupe inférieur, consistant en schistes du culm *(Culmschiefer)* et calcaires carbonifères, n'a pas encore été indiquée comme existant à Java, tandis qu'elle existe à Sumatra. On n'y a pas non plus découvert de dépôts de la période mésozoïque; les couches tertiaires paraissent reposer directement sur les roches primitives. Par contre, on a constaté l'existence des trois divisions principales du tertiaire. L'éocène paraît se trouver dans toute l'île, avec une épaisseur variable et des interruptions. Dans l'ouest de Java, il présente deux étages : les grès quartzeux carbonifères recouverts par le calcaire. On les connaît aussi dans le centre de l'île. Dans le Java oriental, l'éocène semble se composer surtout d'un système de couches puissantes de marne, d'argile et de calcaire d'où jaillissent des sources de pétrole et d'eau salée.

Les strates du miocène ancien et récent couvrent en partie le tertiaire ancien et sont constituées par le calcaire, la marne, l'argilite, les grès, avec des charbons bruns ou lignites.

Le pliocène apparaît sur divers points, et les couches de roches volcaniques traversées par le tunnel du chemin de fer près de Soekaboemi lui appartiennent, si l'on en juge par les empreintes végétales qu'on y a constatées. De plus, le sol de la côte nord est également pliocène. On le trouve de 75 à 180 mètres, à une profondeur minima là où jaillissent les puits artésiens. Il en est de même d'un grand nombre de points dans le sud de Java.

C'est dans l'âge pliocène que l'on place le commencement de la période volcanique de ce pays. On peut remarquer que la ligne d'orientation des 44 volcans formant l'axe montagneux de l'île est celle qui joint le volcan le

plus à l'ouest, le Karang, avec ceux de l'extrémité orientale, savoir : le Wilis, le Keloet, le Kawi et le Semeroe. La direction de cette ligne coupe celle des volcans de Sumatra sous un angle de 33°, dont le sommet est formé par le fameux Krakatau dans le détroit de la Sonde. Sur ce même cratère passe la ligne qui joint les volcans des îles de l'archipel sondanais. Ce cratère constitue donc le point de résistance minima de l'écorce terrestre dans ces parages. C'est ce qui explique les conséquences formidables de sa dernière éruption en août 1883.

Distribution des terrains carbonifères. — Passons maintenant à la distribution des charbons dans les terrains de Java, et commençons par ceux du tertiaire ancien ou éocène.

Les grès carbonifères éocènes commencent dans la partie ouest de l'île, au voisinage de la côte sud de Bantam, où ils se montrent à la surface en une zone étroite. De là ils s'étendent, à travers la résidence de Chéribon, entre deux chaînes de volcans le long de Soekaboemi dans les régences des Préangs. On trouve fréquemment, éparpillés sur ces grès, des îlots de calcaires caractérisés par la présence des orbitoïdes. Au sud de cette zone éocène et jusqu'à la côte on observe fréquemment des roches miocènes traversées par des andésites et des filons de basalte.

Le terrain houiller du Bantam méridional, près de la rivière de Tji Sawarma, non loin de la baie de Wijnkoop, contient, d'après Junghuhn, douze couches de charbon présentant une épaisseur totale de neuf mètres. Il a été étudié en 1881 par Verbeek, mais sans résultat avantageux au point de vue de la valeur technique. D'après lui, l'étendue des couches que leur épaisseur permettrait d'exploiter n'est pas suffisante. Elles sont brisées par de nombreuses failles et mal situées au point de vue du transport soit par eau soit par terre. La quantité totale de houille à extraire n'est pas assez considérable pour motiver l'établissement d'une route. Bien que ces charbons éocènes

soient d'excellente qualité, ils ne peuvent être jusqu'ici considérés comme pouvant payer leur exploitation.

Les grès éocènes de l'anse de Tji Letoek, dans la partie méridionale de la baie de Wijnkoop, s'étendent fort loin dans le sud. Près de la côte, ils sont recouverts de roches d'un âge plus récent. On a trouvé dans ces terrains de nombreux fragments de charbon, mais on n'y a pas encore signalé l'existence de couches de combustible.

Aux grès de la baie de Wijnkoop succède, vers l'est, le terrain houiller de Bajah dans le Bantam méridional. Les couches de charbon y ont éprouvé de nombreux plissements qui ont amené quantité de failles ; elles sont aussi fréquemment repliées sur elles-mêmes. Ce terrain fait partie des gisements carbonifères de Soekaboemi, près de la limite nord desquels passe la ligne ferrée de Java à travers les collines de Walat. D'après les recherches de Hooze, on ne peut guère y compter sur plus de deux couches de houille. Elles ondulent dans les grès et, sauf quelques exceptions, ne présentent guère plus de $0^m,30$ à $0^m,40$ d'épaisseur. Tant qu'il n'est pas recouvert par du calcaire éocène ou par les laves du volcan Gedeh, qui s'élève au nord de ce district, le grès éocène s'y présente à la surface en une bande d'à peu près quatre kilomètres de largeur. Dans le sud, cette zone est arrêtée et probablement recouverte par des couches miocènes, dans lesquelles on rencontre aussi quelques lits de charbon, le tout traversé par des filons de basalte et d'andésite.

Si l'on fait abstraction du morcellement, qui est considérable, la qualité de ces houilles est très satisfaisante. En effet elles contiennent en moyenne : carbone 71 p. c. ; hydrogène 5,60 p. c. ; oxygène et azote 13 p. c. ; soufre 0,60 p. c. ; eau 2 p. c., et cendres 7,8 p.c. Elles donnent en moyenne 68 p. c. de coke de fort bonne qualité. Malheureusement, toutes les couches affleurant à la surface sont fortement brisées et renferment un mélange d'impuretés abondantes telles que schistes et ardoises.

Dans les collines de Walat les couches s'inclinent vers le sud, et par suite s'éloignent de la voie ferrée, ce qui est une circonstance défavorable pour l'exploitation. A l'ouest de ces collines et en particulier sur le territoire de Tanisari, des études récentes ont amené la concession des terrains carbonifères de ce nom. Sur d'autres points du même district, particulièrement sur les versants nord et sud de la chaîne, on a trouvé des couches qui ne sont sans doute que la continuation des précédentes et dont l'épaisseur normale est d'un mètre. Autant qu'on a pu les étudier, elles ont présenté comme les autres des failles considérables et des impuretés. L'analyse chimique leur attribue la composition suivante: carbone 60,81 p. c. ; hydrogène 4,25 p.c. ; cendres au moins 17,3 p.c. Par contre elles contiennent peu d'eau : de 1,13 à 1,60 p. c. seulement. Mais le soufre y entre pour 4,1 p.c., et le rendement en coke est de 75,94 p. c. Bien que contenant çà et là des pyrites, ce charbon, qui gonfle beaucoup au feu, est très suffisant pour les usages domestiques.

On ne connaît pas à Java d'autres gisements carbonifères éocènes de quelque importance. Cependant des fragments de charbon d'excellente qualité ont été ramassés dans la petite rivière de Porang, qui traverse un terrain marneux capricieusement ondulé, entre Semarang et Oemarang. Ces trouvailles ont plusieurs fois donné lieu à des recherches, mais on n'a pu découvrir jusqu'ici les couches d'où provenaient ces galets de houille. Ces terrains sont probablement éocènes ; or, comme nous l'avons déjà fait remarquer, la zone éocène s'étendant de Ngembah près Poerwodadi dans le district de Semarang jusqu'à Grissee sur le détroit de Madura contient bien du pétrole, mais n'a pas encore donné de charbon.

Lignites. — Presque toutes les résidences de Java fournissent des lignites. C'est principalement dans les districts de Bantam près Bodjong Manik, de Chéribon près Koe-

ningan, et de Djokjokarta qu'ils apparaissent en lits d'une épaisseur assez considérable.

Aujourd'hui un terrain carbonifère situé près de Sedang dans la résidence de Rembang paraît attirer l'attention en vue d'une exploitation. A en juger d'après la composition (eau 11 p. c. ; coke 55,27 p. c. ; cendres 2,75 p. c.), c'est un charbon d'âge miocène analogue comme valeur à celui de Koetei (Bornéo). Il existe néanmoins des roches éocènes dans le district de Rembang, et elles se trouvent dans la zone dont on vient de parler entre Semarang et le détroit de Madura.

III. — BORNÉO.

Géologie. — Cette île immense de Bornéo mesure 1250 kilomètres du nord au sud, et autant de l'est à l'ouest. Partant du 7e parallèle nord, elle atteint au 4e de latitude sud ; elle est donc comme Sumatra partagée en deux parties à peu près égales par l'équateur. Les massifs montagneux, rayonnant d'un pic central, la divisent en trois versants, du nord, de l'est et du sud. Ces massifs ne forment pas de chaînes continues ; ils se composent de montagnes isolées, constituant des séries d'îles montagneuses donnant au sol une surface ondulée. Le pic le plus élevé, le Kina Balu (la Femme Chinoise), mesurant 4178 mètres, se trouve dans la partie nord-est. Les autres sommets sont loin d'atteindre cette altitude. Les terres s'abaissent donc vers la mer par des pentes insensibles, en formant le long des fleuves et dans le voisinage des côtes de vastes plaines de terrains d'alluvion. Grâce à cette disposition, les rivages sont rarement à pic.

Les formations géologiques comprennent des schistes cristallins, des gabbros, serpentines et diabases; puis des granits et des diorites, auxquels succèdent les terrains sédimentaires anciens, dévoniens, carbonifères, crétacés. On trouve à leur suite l'éocène, l'oligocène et le miocène,

puis la série naturelle se termine par le diluvium et l'alluvion.

Les quatre étages de l'éocène sont présents. Le premier consiste en brèches, conglomérats et grès; on le trouve particulièrement dans le Bornéo occidental. Le second, formé par l'étage des grès, est très puissant et largement développé. Il est constitué par le quartz, le grès, les schistes, et donne des couches de charbon. Le troisième, celui des marnes, présente ces roches ainsi que des calcaires nummulitiques et à orbitoïdes, avec fossiles lamellibranches et crustacés. Le quatrième, ou étage calcaire, forme les bancs coralliens; il abonde en fossiles, principalement en nummulites et orbitoïdes.

Ces sédiments sont souvent traversés et bouleversés par des éruptions de basaltes et d'andésites à hornblende et à augite, associées à des brèches, conglomérats et tufs d'origine volcanique. On connaît peu la composition des couches les plus récentes du tertiaire, mais ce terrain semble constitué par des bancs de grès, marnes et calcaires, ces derniers formant surtout les bancs coralliens.

L'éocène de Bornéo est caractérisé par les gisements de houille.

Le diluvium entoure les formations anciennes et plus élevées comme d'une ceinture constituée par des plaines ondulées flanquant le massif montagneux. Il est formé par des roches d'argile, des sables et graviers, et passe graduellement à l'alluvion. C'est dans le diluvium tout particulièrement que se trouvent en abondance l'or, le platine et les diamants.

L'alluvion forme les terres basses et inondées, fort étendues dans les vallées du fleuve Kapoeas et à l'ouest des rivières Barito, Kahingan, Katingan, dans le bassin méridional; dans celles du Koetei, sur le versant oriental; enfin dans celles des rivières Rejang, Bintulu et Bairam au nord.

Les bancs de coraux, ou formations coralligènes

récentes, ne sont pas également distribués sur les côtes de Bornéo.

Les polypiers marins, qui donnent naissance aux coraux, ne trouvant pas le long des côtes sud-ouest, sud et est les conditions nécessaires à leur existence, ces parages sont dépourvus de bancs coralliens depuis Pontianak jusqu'au cap Mankalihat. On en trouve quelques-uns à l'embouchure de la rivière Berau à l'est, et le long des côtes des districts de Montrado et Samta au nord-ouest, ainsi que le long des rivages de Sarawak jusqu'au cap Barram. De la baie de Sibuka près la pointe nord-est à la baie de Brunei, ils sont nombreux.

D'après Lehnert, l'existence des polypes constructeurs de coraux est intimement liée à l'état de pureté des eaux et à l'aération provenant de leur agitation. La mer de la Sonde étant privée de grands courants et relativement stagnante, grâce aux calmes perpétuels de ces parages, on n'y rencontre point de coraux, tandis qu'ils sont abondants au nord-est de Bornéo et dans la mer de Soulou. Là règnent des vents frais qui donnent à l'eau le degré d'oxygénation et de pureté voulu en la maintenant dans une agitation constante.

Volcans. L'action volcanique semble à peu près complètement absente de Bornéo. On n'y a pas découvert de grands cônes volcaniques, comme à Java et à Sumatra, et les habitants n'ont conservé le souvenir d'aucune éruption. Récemment cependant l'ingénieur des mines Van Schelle a trouvé près des monts Bawang, dans le district de Montrado, à 66 kilomètres de la mer, un petit volcan appelé Melaboe. Le cône tronqué n'a que 75 mètres de hauteur, et le diamètre moyen à la base est de 1050 mètres seulement. Il s'est élevé à travers le terrain dévonien, et est formé d'une roche d'andésite à hornblende. Il ressemble aux petits volcans basaltiques de Sumatra, et doit comme eux remonter au miocène récent ou au pliocène.

Terrains en formation. La décomposition des roches de surface par les agents atmosphériques, électriques ou chimiques, appelée *Weathering* par les géologues anglais, est très remarquable à Bornéo. On y trouve fréquemment des roches anciennes, telles que granits, schistes, roches volcaniques, décomposées en leurs éléments, sable, argile, ou transformées en latérites sur des épaisseurs allant de $2^m,50$ à $4^m,50$. En fait, dit Posewitz, cette décomposition est si générale qu'il est rare de trouver les roches sans altération ailleurs que dans les gorges profondes creusées par les torrents et les rivières.

Une étude plus approfondie des divers terrains de Bornéo nous entraînerait trop loin; aussi nous allons passer immédiatement à l'étude de ceux qui nous intéressent directement, à savoir celle des terrains carbonifères.

Terrains houillers. — Des trois grandes îles de l'archipel de la Sonde, Bornéo est incontestablement la plus riche en charbons. Ceux-ci, tous de l'âge du tertiaire ou plus récents, se trouvent dans les quatre étages géologiques suivants : Éocène, Miocène (subdivisé en oligocène et miocène ancien), Diluvium et Alluvion.

Charbons éocènes. — Ce sont en même temps les plus anciennement connus et les plus répandus. Ils sont souvent traversés par les andésites et coupés par des failles. Nous allons les étudier dans leurs principaux gisements.

Bassin houiller de Pengaron. Les couches carbonifères du Bornéo-sud sont celles dites de Pengaron, du nom de la ville qui en est la plus proche et qui se trouve dans le district de Tanah Laut dans le sud-est de l'île. Elles furent découvertes sur les rivières du Karang Intan ou Riam Kanan, et du Riam Kiwa, par Horner en 1836, puis sur le mont Batoe Api (Pierre à feu) par Schwaner en 1844. Les terrains carbonifères s'étendent sur une lon-

gueur de 30 milles géographiques, formant, en général, d'une à trois chaînes de collines de 70 mètres de hauteur moyenne. Les couches de charbon proprement dites mesurent près de 45 kilomètres de longueur et vont de la rivière Riam Kiwa à celle de Banjoe Trang, c'est-à-dire vers le nord-est. Elles sont au nombre de dix-neuf; leur épaisseur varie de $0^m,01$ à $1^m,20$; leur angle de plongement passe de 10° à 30° et atteint même 60°. L'épaisseur totale des dix-neuf couches est de $10^m,96$; les grès encaissants ont $43^m,54$ de puissance, les argiles $105^m,70$; soit en tout $160^m,20$ pour la hauteur totale de cet étage carbonifère. La houille est bitumineuse, de qualité moyenne, contenant tantôt des pyrites, tantôt de la résine. Cette dernière substance caractérise d'ailleurs les charbons de Bornéo, et provient sans doute des essences particulières au pays (Dipterocarpées) qui formèrent ces dépôts.

Les affleurements des strates de houille éocène commencent non loin de la côte, près de Martapoera, pour remonter vers le nord jusqu'à Teveh sur le Barito et se diriger ensuite vers le cap Sambar, contournant ainsi les bassins des grandes rivières Kapoeas, Kahajan, Katingan, Pembuan et Kotaringin, dans leur partie supérieure, et traversant toute la bande de terrain tertiaire qui repose sur les schistes cristallins et le dévonien des hauts plateaux. A l'étage inférieur, ils paraissent placés sur des grès quartzeux, avec résinite, contenant de 3 à 7 p. c. d'eau.

Les charbons de Pengaron sont noirs, durs et compacts, avec cassure conchoïdale et éclat résineux. On en trouve aussi qui ont une texture fibreuse et une couleur brune, apparente surtout en solution dans la potasse bouillante. Toutes les couches contiennent des pyrites avec un tiers de soufre, et de la résine brun-jaune soluble dans l'alcool, en grains ou lentilles et parfois même en rognons assez gros. Un traitement au sulfure de carbone extrait 2 p. c. de cette résine, tandis que les charbons anglais n'en ren-

ferment que 0,1 p. c. Les indigènes s'en servent pour confectionner des torches. Elle a l'inconvénient de rendre ces charbons très flambants et très fumeux.

Des expériences furent faites sur des navires à vapeur de l'État hollandais, l'*Etna* en 1847, le *Vesuvius* en 1852, le *Sello* en 1880, et d'autres en 1890. Les essais comparatifs avec de bons charbons anglais d'Aberdare (dans le South Wales) donnèrent les résultats suivants :

	CHARBONS ANGLAIS.	CHARBONS DE PENGARON.
Pouvoir évaporateur	100,00	101.66
Cendres	10,40 p. c.	9,60 p. c.
Pierres	0,50 »	0,46 »

D'autres essais prouvèrent que le charbon de Pengaron donne moins de menus que le charbon anglais, 8 p. c. moins de cendres et 8 p. c. moins de pierres. De plus, avec le Pengaron, il fallait une heure trente-neuf minutes pour obtenir la pression dans les chaudières, tandis qu'il fallait une heure trente minutes avec la houille du pays de Galles.

D'après Hooze, l'analyse du Pengaron donna : carbone 74; hydrogène 5,6; oxygène 15; azote 5,4; cendres 6; coke 55. Chaque kilogramme aurait donné 216 décimètres cubes de gaz d'un pouvoir éclairant satisfaisant. Bien qu'il contienne des pyrites sulfureuses, on n'a jamais constaté d'inflammation ou d'explosion spontanées dans ces charbons. En pratique courante, la proportion de cendres et d'escarbilles sous les grilles atteignait 18 à 27 p. c. Jusqu'en 1850, il donna de bons résultats; mais entre les années 1880 et 1890, les navires de l'État qui l'employaient se plaignirent de ce qu'il donnait 33 p. c. de cendres et 9 p. c. de suie. Il fut alors prouvé que la qualité des couches diminuait en proportion de la profondeur de la mine. On dut pour cette cause en abandonner l'emploi sur les navires et s'en servir seulement comme charbon de forge. On le

remplaça par celui de Koetei qui, ne donnant que 15 p. c. de cendres et 5 p. c. de suie, passa pour bon. Celui de Sambiliung lui fut substitué, parce que, donnant seulement 7 p. c. de cendres et 2 p. c. de suie, il fut déclaré très supérieur. Il est à craindre cependant que, comme à Pengaron, la qualité de ce dernier ne diminue avec la profondeur.

Vers 1880, le prix du Pengaron s'élevait en moyenne à 9 fl. 50 (19 fr. 14) sur le carreau de la mine ; les 5 florins (10 fr. 60), coût du transport, le mettaient à 14 fl. 50 (30 fr. 74) au port de Banjermassin sur la rivière Barito.

En 1882, les mines donnaient 24 000 tonnes à cinq florins (10 fr. 60) ; le transport était tombé à 3 fl. 50 (7 fr. 42), et le charbon ne coûtait plus que 10 fl. 60 (22 fr. 47) au port. Cela mettait la tonne à 17 fl. 25 (36 fr. 57) à Java, où le Cardiff coûtait alors 22 fl. (46 fr. 64). Les mines furent fermées en 1884.

Bassin houiller du Kapoeas (ou du Bornéo occidental). En 1847 et 1850, on ne connaissait de charbon dans l'ouest de Bornéo que près de Salimbau, sur la rivière Mentiba (tributaire de celle de Bunut), près de Blintang et sur le cours inférieur du Melawi. Il y était extrait par les indigènes et fut trouvé bon sur des vapeurs qui l'utilisèrent.

Vers 1874, l'ingénieur Everwyn découvrit que les charbons éocènes forment un bassin dans la haute vallée du fleuve Kapoeas. Ce bassin suit les contours du fleuve et vient jusqu'à la mer. Les couches trouvées sur les affluents, savoir le Bunut, le Bojan, le Selibit et le Katingan, ont de $0^m,5$ à un mètre d'épaisseur, avec une inclinaison moyenne de 7° 1/2 et diverses orientations, entre autres au N.-O., N.-E., et S.-O. Faute de sondages, on ne connaît pas encore la valeur exacte de ces gisements qui sont exploités par les princes indigènes.

Bassin houiller du Koetei (ou du Bornéo oriental). Le charbon y fut découvert en 1845 ou 1846, au-dessus de Samarinda sur la rivière Koetei. En 1847, Von Dewal rencontra des couches de houille éocène sur quatre rivières et une montagne (Pelarang), près de Samarinda, et plus haut à Tengarong. L'ingénieur de Groot ayant déclaré en 1852 que les couches de Pelarang valaient la peine d'être exploitées, on y ouvrit des mines. Ce charbon contient de 10 à 22 p. c. d'eau, de 9 à 17 de cendres, de 1,70 à 2,95 de soufre, ce qui fait qu'il abîme les chaudières. Il coûte au gouvernement 8 fl. (16 fr. 96) la tonne sur la rivière, mais Hooze estime que s'il était exploité plus activement, il ne devrait pas revenir à plus de 12 fl. 50 (26 fr. 50) à Java.

En 1881, le charbon du Gœnoeng Tabor sur la rivière Berau, découvert en 1848, fut déclaré bon à exploiter. On cherchait alors à remplacer celui de Pengaron dont les mines venaient d'être abandonnées.

En 1851, on avait aussi découvert de la houille dans l'île de Tarakan, état de Tidoeng sur la côte nord-est.

Cette même année, l'île de Laut (Poeloe Laut) donnait aussi du charbon; mais en 1852, de Groot déclara qu'il ne valait pas l'exploitation par les procédés européens. Les couches y ont de $0^{m},46$ à 2 mètres d'épaisseur, mais elles sont malheureusement brisées par de fréquentes dikes d'andésite et plongent trop rapidement sous la mer.

Dans l'île de Soewangi, sur le détroit de Laut, en face de l'extrémité sud de l'île de ce nom, on trouve dans les grès et les schistes, recouvrant un noyau de serpentine, quelques veines de houille très impure.

Sur l'île de Seboekoe, à l'ouest, on a trouvé une couche verticale de charbon dans les grès contigus à la serpentine.

Enfin les autres petites îles voisines de Poeloe Laut, à savoir : Nangka, Tandjong Dewa, Tanjong Batoe, renferment la continuation des lits de houille de la grande

île; mais, comme sur cette dernière, les gisements sont défavorablement situés pour l'exploitation.

On retrouve encore la continuation de ces couches sur Bornéo même, dans la baie de Klumpang. Dans celle de Pamoekan, sur la rive droite du Sampanahan, existent deux strates de charbon ayant 1 mètre et $1^{m},75$ d'épaisseur, et prises dans un banc de grès. Les schistes argileux, résine et pyrites qu'il contient le rendent impropre à la consommation.

Von Dewal mentionne encore l'existence de ces charbons éocènes près de Pasir sur la rivière du même nom. Ces gisements sont peu connus.

Bassin houiller de Sarawak et Brunei (ou Bornéo nord). Découvert en 1848 dans le Bornéo nord par Burns et un peu plus tard par Low, dans l'état alors indépendant de Brunei. Les couches de ce dépôt carbonifère suivent toute la côte nord de Bornéo depuis la baie de Marudu jusqu'à Sarawak.

Voici les principaux endroits où on a relevé l'existence des couches de houille.

1. Dans la colonie anglaise du British North Borneo, sur les rivières Kina Batangan, Quarmote, Segamah et Segnati, province de Martin; mais le charbon y est beaucoup trop chargé de résine pour avoir de la valeur; près d'Elopura, port de la baie de Sandakan; des deux côtés de celle de Marudu; à l'île Gaya (là le charbon est d'âge miocène); à l'île de Laboean, où l'on a exploité les gisements jusqu'en 1879. Le charbon s'y trouve dans deux rangées de collines de grès ayant 91 mètres de hauteur et qui traversent l'île. Suivant J. Motley, l'angle d'inclinaison des strates varie de 24° au N.-N.-O. à 70° à l'O. de l'île. Près du cap Kubong, les quatre couches connues mesurent respectivement $0^{m},12$, $3^{m},35$, $0^{m},48$, $0^{m},37$ d'épaisseur. Il attribue la formation de ces dépôts au charriage des bois des forêts opéré par un fleuve qui aboutissait là, venant du continent asiatique, alors que Bornéo lui

était reliée. Cette opinion confirme exactement celle de M. de Lapparent sur la formation de la houille. Le charbon de Laboean est dur, compact, à fracture conchoïdale. Il est de bonne qualité, malgré la présence d'une résine jaune et transparente qui fait qu'il gonfle et fond pour ainsi dire au feu en donnant beaucoup de fumée. En voici la composition chimique d'après John Percy.

C	72,57
H	5,20
O et Az	14,28
S	0,30
Cendres	1,55
Eau hygroscopique. .	6,10
Total	100,00

On venait de construire un chemin de fer de neuf milles de longueur pour amener ces charbons à la côte, quand les mines furent envahies par l'eau d'une façon irrémédiable avec les moyens dont disposait l'exploitation. On les a abandonnées depuis cette époque (1879). Elles avaient fourni 3962 tonnes en 1871, 8741 en 1877, pour tomber à 2245 au moment de l'accident.

D'après Tennison Woods, ces charbons seraient d'âge mésozoïque.

On trouve la continuation de ces couches des deux côtés de la baie de Brunei, particulièrement à Moera Brunei, à Batoe-Batoe à 25 milles au N.-N.-E., en épaisses couches d'excellente qualité; sur la rivière de Ben-Koka et dans l'anse de Padas, à l'embouchure du Len Kongan, où il est aussi fort bon. Ces charbons ressemblent beaucoup aux charbons australiens de la rivière Hunter ; on y trouve comme dans ceux-ci des fossiles de formes indiennes et australiennes, tels que des *Phyllothea australis* et des *Vertebraria,* caractéristiques du charbon de Newcastle (Australie). Ils doivent appartenir à un étage intermédiaire

entre le paléozoïque et le trias. Ces charbonnages fournissent du combustible à la colonie anglaise de North Borneo ; on en trouve même quelque peu sur le marché de Singapore. Les mines sont situées à Moera sur la rivière Limbang. On y exploite cinq couches mesurant respectivement $7^m,93$, $7^m,32$, $1^m,83$, $1^m,53$, $1^m,22$.

En 1888, la concession de ces mines fut achetée au sultan indépendant de Brunei par le gouverneur anglais de Sarawak pour la somme de 120 000 livr. st. (3 millions de francs) (1). En 1883, elles fournissaient 2409 tonnes, et 4491 tonnes en 1886 ; elles étaient alors exploitées par les indigènes qui payaient une redevance au sultan.

Les rivières Barram et Limbamg du Sultanat de Brunei ont aussi du charbon sur leurs bords.

Les dépôts carbonifères des rivières Bintulu, Rejang et Muka et leurs tributaires, dans le Sarawak anglais, sont très étendus et contiennent de bonne houille ; malheureusement ils sont trop inaccessibles pour pouvoir être exploités.

On trouve encore dans cette même colonie d'excellents charbons au confluent des rivières Simoenjan et Sadong. Le gouvernement y a ouvert des mines qui sont en exploitation depuis 1881.

Enfin près de la ville de Sarawak, à 18 milles de l'embouchure de la rivière Linga, affluent du Batang Lupar, existe un grand champ carbonifère renfermant du charbon excellent. Depuis 1881, il est desservi par une voie ferrée qui amène le charbon sur le Batang Lupar, où il est chargé sur les navires qui peuvent remonter jusque-là.

Charbons miocènes. — Suivant l'ordre adopté par Posewitz, nous allons aborder l'étude des charbons d'âge miocène et de leur distribution dans Bornéo, en prenant chacun des grands versants de l'île comme bassins houillers.

(1) *British North Borneo Herald*, 1888, cité par Posewitz.

A. Bornéo sud. — Le charbon miocène y est assez largement distribué suivant deux lignes : l'une à peu près parallèle à celle qui relie les dépôts du charbon éocène et se trouvant au-dessous de celle-ci, dans les bassins supérieurs des rivières du Barito, Kapoeas, Kahajan, Katingan et Mentaja ; l'autre, parallèle à la côte sud, et à peu de distance à l'intérieur, sinon sur la côte même.

Ces deux lignes déterminent évidemment les frontières d'un bassin ouvert du côté de la mer, et s'étendant du cap Sambar au sud-ouest à Gunoeng Rantan sur le Barito, en passant par Assem Kumbang sur le Kahajan. Le charbon y est associé au gypse, qu'on n'a pas trouvé ailleurs.

Dans le district marin de Tanah Laut, on a trouvé près de Sibuhur trois couches situées dans un grès quartzeux reposant sur des diabases. Elles mesurent un mètre de puissance et donnent une houille renfermant 21 p. c. d'eau.

Douze couches d'épaisseur variable ($0^m,2$ à 10 mètres), ayant une puissance totale de 20 mètres de charbon, s'étendent sur une longueur de 420 mètres dans les collines d'Assem-Assem, à trois journées de l'embouchure de la rivière du même nom. Teneur en eau de ces charbons : 18 à 24 p.c. ; en cendres : 1,12 à 2 p. c. ; en coke : 42 à 49 p. c. ; en soufre : 0,27 à 2,48 p. c.

On a trouvé un charbon brun très résineux en plusieurs endroits du district de Duson Timor. Les graviers du diluvium de la rivière Kapoeas montrent des couches de charbon brun atteignant jusqu'à $0^m,50$ d'épaisseur. Sur le Kahingan et le Katingan, ce charbon passe au-dessous des graviers. On trouve encore la houille brune associée au gypse dans les districts de Katingan, de Pemboeang et de Kotaringin. Des lignites se montrent non loin de la côte sur le Kalong, tributaire du Koeajan, et sur la côte même, entre les caps Pangoedjen et Silawak près de la rivière Telok Koewei.

B. Bornéo ouest. — Le charbon miocène y forme un bassin mesurant 45 milles de longueur sur une largeur variant de 2 à 12 milles. Ce bassin, ouvert à l'ouest, de

Spauk à Tajan, remonte jusqu'aux sources de la rivière Benoet dans le district de Pontianak. Le terrain consiste en grès et schistes argileux traversés par les veines de charbon. Ces houilles ont été peu étudiées ; on sait seulement que près du Benoet les couches ont de $0^m,20$ à un mètre d'épaisseur et une inclinaison peu considérable. Près de Salimbun, une veine est même presque horizontale et mesure $0^m,30$ de puissance. Une autre de même force existe près de Sintang. La qualité de ces charbons est analogue à celle des houilles éocènes du sud et de l'est.

L'ingénieur Everwyn mentionne dans le bassin inférieur du Kapoeas les gisements de Lawan Kwari (Laoean Koeari), dans les grès, entre Skadau et Sangau ; ceux des collines de Betong, dans les schistes et les grès ; pareils gisements à Biang. On trouve encore des couches de charbon brun près du mont Tjempedeh et non loin de Passtyuranhadjie, sur la rive droite du Kapoeas. Toutes ces couches ont peu d'épaisseur.

C. Bornéo est. — Le charbon miocène est largement distribué dans cette partie de l'île et surtout dans l'État de Koetei et les districts du nord.

I. *Bassin houiller du Koetei.* On n'a encore examiné des gisements du Koetei que les couches de la rivière Mahakkam près de Samarinda. Elles s'y trouvent dans une chaîne de collines mesurant en moyenne 50 mètres de hauteur. Hooze y a reconnu quatre districts riches en charbon et exploitables par galeries de niveau *(Level-workings)*. Nous les donnerons pour plus de simplicité sous forme de tableau :

		Total des couches.	Couches exploitables.	Épaisseur totale.	Production probable.
1	Batoe Panggal . .	10	7	8 m.	200 000 tonnes.
2	Tengaloeng Ajam .	18	15	21 m.	1 700 000 „
2	Lalok Lerong . .	18	14	19 m.	700 000 „
3	Goenoeng Damar .	15	8	9 m.	400 000 „
3	Goenoeng Selili . .	15	8	9 m.	400 000 „
3	Goenoeng Prangal .	15	8	9 m.	400 000 „
4	Goenoeng Pelarang .	10	8	10 m.	400 000 „
					3 400 000 „

Ce total pourrait être porté à 4 500 000 tonnes, en fonçant des puits à Pelarang où la direction des couches se rapproche de la verticale. La situation non loin du fleuve Koetei, large à cet endroit de 1000 mètres et profond de 9, faciliterait beaucoup l'exploitation, les navires pouvant venir charger près des mines. D'après les calculs de Hooze, ces charbons pourraient être livrés à Soerabaya (à 850 milles de là) au prix de 12 fl. 50 (26 fr. 50), contre celui de 10 fl. 21 fr. 20) qu'y coûteraient ceux bien inférieurs de Poelo Laut, à 725 milles de distance.

L'analyse de ces charbons a donné les résultats suivants:

	Batoe Panggal	Goenoeng Damar	Goenoeng Prangat	Goenoeng Pelarang
Carbone . . .	60,01	—	—	—
Hydrogène . .	4,40	—	—	—
Oxygène . . .	17,19	—	—	—
Azote	1,73	—	—	—
Eau	13,30	12,00 à 14,20	9,20 à 10,90	14,40
Soufre . . .	1,91 à 2,95	1,13 à 2.24	2,22 à 4,25	0,50
Coke	—	53,10 à 61,00	53,20 à 61,40	55,40
Cendres . . .	1,46 à 6,97	1,02 à 2.26	1,77 à 14,00	1,60

II. *Bassin houiller du Berau.* Les houilles miocènes s'y trouvent dans le Goenoeng Sawar et le Goenoeng Redjang, chaînes de montagnes situées à peu de distance de la mer près des rivières Segah et Kelaï, affluents du Berau, qui à son embouchure n'a pas moins de 1200 mètres de large, et sur la barre de laquelle il reste 11 pieds d'eau à mer basse.

La chaîne du Goenoeng Sawar est à 10 kilomètres au S.-O. de Sambiliung, qui donne son nom aux charbonnages. Elle mesure 60 mètres de hauteur et contient 11 couches de houille, séparées par des grès durs et des schistes et divisées en deux groupes.

Le premier de ces groupes, en commençant par le fond, est constitué par cinq couches ; le second groupe en a six ; il est séparé du premier par des grès de 75 mètres en hauteur verticale, mais qui en mesurent 300 sur l'horizontale. Le tableau ci-dessous montre les caractéristiques de ces diverses couches.

	COUCHE	ÉPAISSEUR	QUANTITÉ EXPLOITABLE
1er GROUPE	1	2m,25	195 000
Inclinaison des couches : 10° à 15° sur une trajectoire horizontale de 250 à 450 mètres.	2	2 ,38	360 000
	3	6 ,12	450 000
	4	6 ,77	500 000
	5	3 ,28	675 000
		20 ,80	2 180 000
2me GROUPE	6	1m,80	475 000
Élévation de la partie inférieure de la galerie : 8m50 au-dessus du niveau de la mer.	7	2 ,30	270 000
	8	1 ,16	—
	9	0 ,68	140 000
	10	1 ,35	365 000
	11	0 ,60	—
		7 ,89	1 250 000
	Totaux	28 69	3 430 000

Si nous examinons maintenant la composition chimique de ces charbons, on trouve :

C	H	O	Az	H^2O	S	Cendres
56,54 p. c.	3,76 p. c.	18,05 p. c.	2,07 p. c.	17,76 p. c.	0,32 p. c.	1,51 p. c.

La consommation des houilles sur les steamers, ramenée à 1000 tours d'hélice, leur attribue une valeur de 75 p. c. de celle des charbons de Cardiff. Ils valent donc les charbons éocènes de Koetei.

La distance de Soerabaya étant de 850 milles, les navires ont 300 milles de plus à parcourir que pour aller au Koetei ; on pourrait y mettre la tonne à 14 florins, soit 29 fr. 68. Par contre, on n'est plus qu'à 1500 milles du grand port à charbons de Singapore. Les navires ne tirant pas plus de quatorze pieds d'eau peuvent arriver non loin des mines en remontant le Berau puis la rivière Kaleh. En conséquence de tous ces avantages, ces terrains ont fait plusieurs fois déjà l'objet de demandes de concessions, que le gouvernement hollandais, qui se réserve sans doute de les exploiter, n'a pas cru devoir accorder.

Le second champ carbonifère du bassin du Berau se

trouve le long de cette rivière en face de l'île de Poeloe Sepinang, à 20 kilomètres et demi du Goenoeng Sawar et au pied du Goenoeng Ridjang, petite chaîne de collines de 40 mètres de hauteur moyenne, à 45 kilomètres seulement de la côte. On trouve là deux groupes de couches très contournées et plissées. Le premier groupe, dit de Ridjang, est le plus bas; il est situé immédiatement le long de la rivière Berau, et contient quatre couches de $0^m,85$ à $1^m,55$ d'épaisseur, inclinées de 12° à 15°. Le groupe supérieur ou de Kawan comporte dix-sept couches, variant en épaisseur de $0^m,25$ à $3^m,90$, et de 25° à 30° pour l'inclinaison. Ce champ carbonifère est plus riche en charbon que le précédent, mais on n'y trouve que l'anthracite contenant environ 30 p. c. d'eau. En se desséchant à l'air, il tombe en poussière et ne saurait par suite être employé pour la navigation à vapeur. On estime qu'au moyen des galeries seules on pourrait en extraire un demi-million de tonnes de combustible.

Enfin, on connaît encore sur les bords de la rivière Segah quelques couches de charbon miocène associées aux ardoises argileuses.

Charbons du diluvium. — On ne trouve les charbons de l'âge du diluvium que dans peu d'endroits, que nous allons examiner.

1. *Bornéo sud.* Trois couches de charbons diluviens se trouvent dans la petite chaîne, de 15 à 20 mètres de hauteur, dite de Bukit Ulin, qui s'élève au milieu des sédiments du diluvium. L'épaisseur de ces couches varie de $0^m,15$ à $0^m,30$ et plus. Elles alternent avec des conglomérats d'hématite ou de limonite. Posewitz regarde ces charbons comme d'âge miocène. Ils présentent une structure fibreuse d'une couleur brun sombre et donnent une poussière brune; ils contiennent de la résine jaune. Voici leur composition : eau 43.82 p. c.; cendres 1.75 p. c.; coke 43.02 p. c.; divers 11.41 p. c.

2. *Bornéo ouest.* Dans les districts dits chinois et le bassin supérieur de la rivière Merau, on trouve une couche horizontale de charbon feuilleté reposant sur un banc de graviers diluviens et recouverte par de l'argile et l'humus ; ce charbon de couleur brune contient beaucoup d'alumine. C'est sans doute aussi au diluvium qu'il convient d'attribuer les lignites observés récemment par un explorateur scientifique français, M. Chaper, sur les rives du Kapoeas, dans la vallée du Knapei. Là il étudia un épais dépôt d'argile blanche très plastique, contenant des lignites d'assez bonne qualité et qui seraient d'une utilité précieuse s'ils étaient exploitables. Malheureusement la plasticité de l'argile qui les contient, aussi bien que les inondations périodiques auxquelles ces gisements sont soumis, rend toute exploitation impossible. Ces argiles se trouvent au-dessous d'un dépôt de sable à peu près blanc, mélangé d'argile, sur lequel s'étend une couche de sable blanc très fin.

Dans le même district, il cite les lignites de Selimban, exploités comme ceux du Knapei au moyen de petits puits qui ne durent qu'une saison, car ils sont inondés chaque année au moment de la crue du fleuve consécutive aux grandes pluies. Un peu plus loin, encore dans le même bassin, on recueille, dit-il, par les mêmes procédés quelques tonnes de lignite sur les bords de la rivière de Setoeboes, petit affluent de droite du Kapoeas, en amont de Knapei. On n'y connaît qu'une seule couche, épaisse d'environ 50 centimètres.

D'après le même explorateur, les lignites sont encore connus le long de la rivière de Santalei, autre affluent de droite du Kapoeas, à quelques milles en aval de Semitan. Enfin on en trouve encore quelques couches à Blietang, rive gauche du Kapoeas en face de Skadau. L'une de ces couches avait quinze à seize pieds d'épaisseur. Mais, comme celles de Knapei, Setoeboes et Selimban, elles sont noyées aux hautes eaux.

A l'époque (1891) où M. Chaper visitait Bornéo, les charbons de Sarawak, plus légers et plus riches en couches que ceux de Cardiff, coûtaient 33 francs la tonne, tandis que le Cardiff s'y vendait 44 francs (1).

Charbons de l'alluvion. — Bien que désignés sous ce nom par Posewitz, ce sont plutôt des charbons en voie de formation et des tourbes. Une vaste tourbière existe dans le Bornéo sud, entre les rivières Kalamanan et Tjampaka, tributaires du Katingan et du Sampit. On en trouve aussi dans le district de Duson Timor.

Au-dessus du confluent du Songei Siang avec le Pattai, on observe un terrain très bouleversé recouvert d'une épaisse couche de troncs d'arbres et de débris végétaux entassés. C'est évidemment là une houillère en formation, et qui près du Songei Hawagang est déjà recouverte par une végétation abondante.

Historique des mines. — Ce fut vers 1850 que l'on commença à rechercher des gisements de charbon en vue de l'exploitation, dans l'île de Bornéo.

Mine Julia Hermina. En 1853, un particulier, nommé R. J. W. P. Wijnmalen, obtint une concession du gouvernement pour exploiter le district carbonifère situé sur la côte entre les rivières de Martapoera et Tabanio dans le sud. Cette concession, valable pendant quarante années, fut cédée par lui à une compagnie hollandaise sous la raison sociale « Matschappij tot bevordering van mynoutginnigen in Nederlandsch-Indie ».

En 1857, la première mine y fut ouverte sous le nom de Julia Hermina. Le puits mesurait 21 mètres de profondeur et commandait une galerie de 50 mètres de longueur. Un chemin de fer reliait cette mine à la côte. L'exploita-

(1) Bulletin de la Société géologique de France, t. XIX, 3e série, pp. 880, 881. *Notes recueillies au cours d'une exploration dans l'île de Bornéo*, par M. Chaper.

tion battait son plein en 1859, avec une production de 2000 tonnes, lorsque tout le personnel fut égorgé par les indigènes révoltés ; les travaux furent détruits et abandonnés.

Les autres essais particuliers, tels que celui du nommé King, ne dépassèrent pas les préliminaires.

Le gouvernement hollandais, désireux de s'assurer des ressources en charbon pour sa marine sans avoir à s'adresser aux Anglais, avait résolu d'exploiter lui-même les terrains houillers de sa colonie. Il ouvrit les cinq mines suivantes :

Bornéo Sud :
1° Mine De Hoop (L'Espérance), en 1846-48, sur le Riam Kiwa.
2° „ Orange-Nassau, 1848 à 1884, même rivière près Pengaron.
3° „ Assahan, 1872 à 1881.
4° „ Delft, ne fut jamais complétée et exploitée.
Bornéo Est :
5° „ Pelarang, 1861 à 1868, dans le Koetei.

Mine De Hoop. La première de ces mines, celle De Hoop, fut abandonnée deux ans après son ouverture, la distance des travaux à Bandjermassin, qui était de 116 kilomètres, et de 140 kil. à la mer, rendant l'exploitation par trop coûteuse. Elle avait fourni 500 000 livres hollandaises de charbon.

Mine Orange-Nassau. La seconde, Orange-Nassau, située à 24 kilomètres en aval de Pengaron, n'était plus qu'à 94 kilomètres du chef-lieu, soit à 104 kilomètres de l'embouchure du Barito. Elle se trouvait donc dans de meilleures conditions. Ouverte en 1849 avec des escouades de forçats, à 28 mètres au-dessus du niveau de la mer, on exploita d'abord les parties supérieures, situées dans une colline, au moyen de galeries de 3000 mètres de long. Quand, en 1869, ces couches eurent été épuisées, on attaqua les couches plus profondes par deux puits de 80 mètres dont le foncement fut achevé en 1878. On eut à lutter avec les maladies, les lenteurs bien connues de l'administration, et le manque de bois. Pour exploiter

deux couches, dont l'une avait $2^m,50$ d'épaisseur, on ne put faire de galeries qu'en 1880. Le charbon réservé au service des bâtiments de l'État était de qualité bien inférieure au charbon anglais et avait le grand inconvénient de coûter 17 fl. 50 (37 fr. 10) à Java, tandis que le meilleur Cardiff ne coûtait que 1 fl. 50 (3 fr. 18) de plus. Les mécaniciens se plaignaient d'ailleurs que le Pengaron donnait trop de cendres et brûlait les chaudières, grâce à une trop grande production de gaz inflammable.

Le transport à la côte était aussi difficile que coûteux, le cours du Riam Kiwa étant très sinueux, semé de roches et en partie privé d'eau pendant la saison sèche. Les chalands en fer ne portaient que 12 tonnes, et le transport entre les mines et Bandjermassin coûtait 4 fl. (8 fr. 48) la tonne. Il fallait encore arriver à la barre à 28 kilomètres au sud. Or comme il n'y reste que 12 pieds d'eau à mer basse, seuls les bâtiments d'un plus faible tirant d'eau pouvaient venir charger au chef-lieu. On devait donc continuer jusqu'à ladite barre avec les chalands, ce qui faisait monter le prix du transport à 9 fl. ou 19 fr. 08. Le fret de là à Java coûtait 4 fl. (8 fr. 48) ; en y ajoutant 1 fl. (2 fr. 12) pour frais divers, on arrivait à un prix de 14 fl. (29 fr. 68) la tonne à Batavia, et qui, suivant Hooze, monta même jusqu'à 17 fl. 25 (36 fr. 57). Le prix de vente devait être d'au moins 19 ou 20 fl. (42 fr. 40) pour couvrir les frais et laisser un léger bénéfice. Or c'était le prix des bons charbons anglais, supérieurs de 20 p. c., aux meilleurs de Bornéo. Les charbons des Ombilies pouvant être livrés à Java à peu près au même prix et étant supérieurs à ceux de Pengaron, on comprit l'inutilité d'exploiter les mines d'Orange-Nassau, d'autant plus que la production y était tombée de 14 524 tonnes en 1855 à 7781 tonnes en 1884. A cette époque d'ailleurs, on y travaillait avec un déficit annuel de 100 000 florins (21 200 000 francs). En 36 ans d'existence, ces mines avaient fourni 194 702 tonnes de charbon.

Mine Assahan. Cette mine, voisine et auxiliaire de Pengaron, dont elle n'est qu'à 18 kilomètres 75, est située sur le Riam Kiwa. En 1872, on y commença l'exploitation d'une couche de $2^m,50$, située presque à la surface d'une colline et formée de trois veines de charbon de $0^m,80$, $0^m,85$ et $1^m,10$ d'épaisseur, séparées par des schistes. L'inclinaison des strates varie de 8° à 16°. Elle fut abandonnée au moment de la fermeture de celle de Pengaron en 1881, après avoir fourni pendant les neuf années qu'on y travailla une moyenne annuelle de 3000 à 7000 tonnes de houille, malheureusement pénétrée de filets d'argile et donnant par suite beaucoup de cendres, 25 à 27 p. c.

Mine Delft. Située à 14 kilomètres au sud de Martapoera, elle fut explorée en vue de remplacer celle d'Orange-Nassau, ayant sur celle-ci l'avantage de n'être plus qu'à 41 kilomètres de Bandjermassin et de posséder un charbon satisfaisant pour les chaudières marines. Il ne coûtait en outre que 3 fl. 35 (7 fr. 10), et la mine pouvait en produire 36 000 tonnes par an, pendant 80 ans, suivant les calculs de C. De Groot. Des puits d'étude de 20 et 50 mètres furent pratiqués par Rant en 1850 dans le Goenoeng Djalmadi et prirent le nom de mine Delft. Mais les ouvriers furent massacrés pendant l'insurrection d'avril 1859. Le gouvernement abandonna l'idée d'exploiter cette mine, ayant reconnu que l'existence de failles rendait le travail trop coûteux et que le transport du charbon sur le Riam Kanan était souvent rendu impossible par le manque d'eau, surtout d'août à octobre. Elle avait produit seulement 2000 tonnes de charbon, extrait de 3 couches.

Mine Pelarang. Cette mine, située dans la province de Koetei à l'est, fut d'abord exploitée par des Anglais vers 1850. En 1861, le gouvernement hollandais décida d'ouvrir une mine dans ce bassin, et en 1862 l'ingénieur Rant creusa une galerie à Pelarang dans deux couches de charbon de $2^m,30$ et $1^m,40$ d'épaisseur qui, suivant le calcul de

C. De Groot, devaient fournir 20 000 tonnes. On y employa, comme dans toutes les mines du gouvernement, des forçats aidés par des mineurs chinois de Bangka. Un détachement de soldats fut chargé de la défense de la mine.

En 1866, la galerie avait atteint 200 mètres, et un chemin de fer de 350 mètres amenait le charbon au quai d'embarquement construit sur la rivière de Koetei, où il était pris par les steamers du gouvernement et revenait à 8 florins, 16 fr. 96, la tonne. Elle fut fermée en 1872 après avoir fourni les quantités suivantes :

En 1861,	800 tonnes.	En 1865,	4025 tonnes.
En 1862,	1095 »	En 1872,	850 »

Mines indigènes. Des mines sont actuellement exploitées à Pelarang et à Batoe Panggal par les indigènes ; elles donnent 2000 à 3000 tonnes par an. Il en est de même à Sambiliung.

Dans le Bornéo occidental, les princes indigènes de Salimbau et de Bunut fournissent du charbon aux navires à vapeur des Indes néerlandaises.

Dans l'île de Poelo Laut, au sud-est, les chefs du pays exploitaient depuis 1852 des veines de charbon éocène, dont l'une avait $2^{m},50$ de puissance. Ces charbons revenaient aux navires à 6 et 8 florins (12 fr. 72 à 16 fr. 96) la tonne, pris sur place, et de 10 à 15 florins à Java (21 fr. 20 à 31 fr. 80). Cette exploitation a cessé, le gouvernement ayant concédé ces terrains à des industriels néerlandais. Ces mines pourront acquérir une grande importance le jour où l'on y découvrira de meilleur charbon. Elles se trouvent en effet très près du bord de la mer, dans un détroit abrité et toujours calme. Il y a d'ailleurs assez d'eau pour permettre aux vapeurs de venir charger. Elles ne sont qu'à 320 milles de Soerabaya. Tout cela fait qu'elles attirent actuellement l'attention, et seront sans doute prospères un jour, à moins que les charbons de l'Ombilies ne les ruinent.

Concession étrangère à Koetei. Depuis 1886, une compagnie a obtenu le droit exclusif, pour 75 ans, d'extraire du charbon à Koetei sur la rivière Mahakkam, à cinq kilomètres au-dessus de Tengarong. La concession mesure 3000 mètres de chaque côté de la rivière. Les droits à payer au sultan de Koetei ont été fixés à 1 fr. 06 par tonne.

Mines de Sarawak. Une compagnie anglaise ouvrit des mines de charbon à Sarawak entre 1850 et 1860.

Le champ carbonifère de Silantek près Linga fut mis en œuvre à titre expérimental de 1870 à 1880. Actuellement une compagnie ayant un capital de 200 000 livres sterling est en formation en vue d'exploiter cette concession, qui est considérable comme étendue et dans laquelle les couches dirigées du S. au S.-O. ont de 10° à 12° d'inclinaison.

Depuis 1881, une mine du gouvernement est en exploitation sur la rivière Simunjan, tributaire du Sadong, et donne de bons résultats. La production qui, en 1882, valait 1670 liv. st., était montée à 44 167 liv. st., en 1886.

Mines de Laboean (Labuan en anglais). Le gouvernement anglais, désireux de s'assurer à bon compte un ravitaillement de charbon dans ces parages, commença vers 1848 l'exploitation des dépôts de l'île de Laboean, à l'entrée de la baie de Brunei au N.-O. Moyennant une rente annuelle de 1000 liv. st., il la céda en 1871 à une compagnie (Oriental Coal Company de Londres et Leith). Deux puits fonctionnaient à des profondeurs respectives de 100 et 600 pieds, et un chemin de fer des mines à la côte venait d'être commencé, quand une inondation irrésistible vint ruiner les travaux, et l'on dut abandonner la mine deux ans plus tard, en 1879. De 3962 tonnes en 1871, la production avait monté à 8741 en 1877.

Peu après 1880, on obtint aussi du charbon au cap Arang, dans la même île.

Mines de Brunei. Depuis 1880, les Anglais extraient du charbon à l'embouchure de la rivière de Brunei.

En 1888, le sultan anglais (Rajah Brookes) de Sarawak acheta la concession des mines de Moeara pour la somme de 120 000 livres sterling. Elles sont maintenant en pleine exploitation et on exporte ce charbon à Singapore. Des personnes qui l'y ont expérimenté disent qu'il contient pas mal de résine, ce qui le rendrait peu propre au service des machines navales.

IV. — ILES DIVERSES.

Ile de Madura. — Cette île, qui mesure 150 kilomètres de longueur sur 35 de largeur, s'étend de l'ouest à l'est et sur un degré et demi de hauteur des deux côtés du 7e parallèle de latitude sud. Située en face de la résidence de Soerabaya, elle n'est séparée de la grande île de Java que par un étroit bras de mer.

Sa formation géologique appartient à deux étages du tertiaire récent, à savoir : des marnes formant la base, parfois tourmentée, sur laquelle se sont déposés des calcaires qui forment les trois ou quatre rangées de collines traversant l'île.

Sur différents points on a rencontré de minces couches de charbon impur allié à la résinite et au gypse.

Le pétrole s'y trouve aussi en deux ou trois endroits, mais en quantité insignifiante.

Ile de Bawean. — L'île de Bawean, au nord du détroit de Madura, mesure environ 54 kilomètres de tour. Elle est constituée par un massif volcanique dont le sommet s'élève à 650 mètres et où l'on trouve, pour la première fois dans l'archipel, des phonolites ainsi que des roches

à leucite, encore rares hors d'Europe et même à Java. Ce noyau volcanique est entouré de calcaires, de marnes, de schistes et de grès de formation tertiaire, ou peut-être même plus anciens.

Le grès renferme deux couches de lignite de peu d'étendue, mesurant respectivement $0^m,70$ et $0^m,30$ d'épaisseur.

Iles orientales. — Les données géologiques sur les îles formant la partie orientale de l'archipel indo-néerlandais sont encore fort incomplètes.

Jusqu'ici on n'y a trouvé aucune formation carbonifère d'âge éocène ou autre. Par contre, on y mentionne des lignites sur un grand nombre de points, malheureusement en couches minces.

Les roches anciennes, telles que schistes cristallins, granits, serpentines, gabbros et diabases, semblent former un cercle autour de la mer des Molusques. Au sud dans la mer de Banda existe un arc concentrique de sommets volcaniques, qui rappellent la disposition de ceux des Antilles. D'après un paléontologiste bien connu, le professeur Martin, de Leyde, les fossiles de ces montagnes, autant du moins qu'on a pu les examiner, les rattacheraient au tertiaire et spécialement à la formation miocène. Il en serait ainsi, par exemple, des volcans de la Nouvelle-Guinée, des îles de Koor, de Groot Key (Grande Key) Soek et Aroe. A Timor, en plus de cette formation tertiaire, on trouve encore celle du calcaire carbonifère.

II

PÉTROLES.

I. — BORNÉO.

On ne connaît pas encore très bien les sources de pétrole de l'île de Bornéo. Le goudron minéral ou bitume et le pétrole n'y ont été trouvés jusqu'ici qu'en peu d'endroits.

Dans le sud-est, la carte du Dr Posewitz, qui montre la distribution des minéraux utiles à Bornéo, indique quatre localités connues pour leurs sources de pétrole, à savoir :

1° Près de la rivière Riam Kiwa, à quinze milles environ au N.-E. de Pengaron. Cette source est située au pied des monts Pakken, non loin de Rantan Budjur. Elle sort d'une couche de grès éocène, et Verbeek lui attribue une production d'un litre par jour.

2° Un peu plus au nord, entre Lampeon et Pringin, dans la province d'Amuntai et le district d'Alay et Bulongan, une autre source donne trois litres d'huile par jour en temps sec, un peu moins pendant la saison pluvieuse.

3° Quelques milles plus au nord, en descendant la rivière de Tanjong, on rencontre, près de Poin, une source abondante qui sort du sol comme un ruisseau coulant au milieu d'un bassin formé de naphte solide et dur comme la poix sur les bords. La localité n'est pas exactement connue.

4° Une autre source se trouve dans le royaume indigène de Koetei (Bornéo oriental), non loin de l'embouchure du Mahakkam, sur son petit affluent le Sanga-Sanga, à 1500 mètres de l'estuaire du Minjak Tanah (Terre d'huile). Cette source est formée par un petit lac situé en contrebas d'une chaîne de collines, mesurant environ 1000 mètres de large et couvert d'une épaisse couche

d'asphalte. Dans la colline, à 500 mètres de là vers le S.-O., on remarque une éruption considérable de gaz inflammable. L'asphalte est brun, visqueux, et devient liquide à la température de 100° C en dégageant de la vapeur d'eau. En le chauffant davantage, on obtient des gaz incombustibles et un résidu formé d'un superbe goudron très épais, excellent pour fabriquer de la vaseline.

Enfin, en 1863, l'ingénieur Menten découvrit quelques petites sources de pétrole dans l'île de Tarakan, par 3° 20′ de latitude nord, sur la côte, non loin de l'embouchure de la rivière du Sibawang.

Posewitz affirme que rien n'est connu touchant l'existence du pétrole dans l'ouest. Sa carte indique comme position douteuse une source de pétrole à 40 milles au S.-O. de Sarawak, Bornéo nord.

L'île de Laboean en possède aussi quelques-unes situées à 4 ou 500 mètres au-dessous des couches de charbon, dans des ardoises bleues de grande épaisseur. Bien que très foncée, l'huile est assez pure.

Witti a trouvé du pétrole dans le territoire du « British North Borneo Company », sur la rivière Seknati, non loin de la mer, qui inonde, à marée haute, le terrain contenant les sources. Celles-ci saturent les terres voisines sur une étendue de 73 mètres. On y a foncé un puits de $10^m,67$ de profondeur. Il traverse $1^m,22$ d'argile, puis un grès ferrugineux avec couches de schistes d'où provient l'huile. On y a trouvé aussi, comme à Laboean, des fragments de charbon résineux. Le produit du puits consiste en une huile lourde ou bitume épais, qui à la distillation donne du pétrole ainsi composé :

$$C = 82 \text{ p. c.} \quad H = 10 \text{ p. c.} \quad O = 8 \text{ p. c.}$$

Elle est formée de pétrole pur ou paraffine et d'un corps oxydable appartenant à la série des camphres ou aux térébenthines. Elle est de plus accompagnée d'un gaz inodore, incolore et inexplosible.

II. — SUMATRA.

D'après les renseignements que nous fournit depuis quelque temps le *London and China Telegraph,* il existe sur la côte nord-est de Sumatra, non loin des fameuses plantations de Deli à Langkat, sur la rivière de ce nom, d'excellentes sources de pétrole aujourd'hui exploitées avec succès.

Le rapport commercial du secrétaire colonial de Singapore, W.-E. Maxwell, pour le trimestre de juin 1892, donne sur ces sources de curieux détails. Connues depuis quelques années, ce n'est que tout récemment qu'elles ont été scientifiquement exploitées par des capitalistes hollandais et anglais qui ont obtenu du gouvernement néerlandais d'importantes concessions de terrain. La Compagnie hollandaise est la seule qui travaille activement. Les travaux ont été commencés il y a un an, et la production qui, d'ailleurs, va toujours en augmentant, est déjà de 20 000 caisses par mois (1). La concession mesure 320 milles carrés, et les experts affirment que ce terrain est très riche en huile de première valeur. Il a sur les districts pétroliers d'Amérique et de Russie le grand avantage de n'être qu'à une quarantaine de kilomètres d'un port de mer, Laboean Deli, auquel il est d'ailleurs relié par une voie ferrée, à l'encontre des pétroles russes et américains qui doivent faire un très long parcours pour arriver à un port. Celui de Laboean Deli est excellent, étant bien situé en eau profonde et parfaitement abrité, ce qui est une position unique comme avantage. Il n'est qu'à 350 milles du grand emporium de l'Asie orientale, Singapore, qui consomme de telles quantités de pétrole soit sur place soit en transbordement, qu'on a dû y établir récemment des réservoirs pour y loger les pétroles russes, qui

(1) Il s'agit sans doute de caisses contenant deux bidons carrés de 30 livres d'huile chacun, pareils à ceux d'Amérique. Ce serait donc une production d'au moins 1 200 000 livres d'huile par mois.

commencent à y arriver chargés en masse sur des vapeurs constitués eux-mêmes en vastes citernes, d'où leur nom de *tank steamers*. Il n'y a pas de doute que les pétroles russes y seront bientôt supplantés par ceux de Langkat, après avoir déplacé eux-mêmes les pétroles d'Amérique, dont l'importation en Orient diminue graduellement devant la concurrence des huiles de Bakou qui y sont à meilleur marché. Il en sera évidemment de même à Java, ainsi qu'il ressort déjà du tableau comparatif suivant, extrait des rapports consulaires anglais.

IMPORTATIONS DES PÉTROLES A JAVA.

		En 1891	En 1892
Pétroles américains .	Caisses	1 184 076	1 718 171
„ russes . . .	„	1 410 978	1 346 455
„ de Langkat .	„	. . . . .	3 900
Totaux	„	2 595 054	3 068 526

Un ingénieur anglais fort capable a examiné les pétroles de Langkat. Voici le résultat de son travail (1) : l'huile de Langkat est de première qualité, limpide comme l'eau, ne donnant pas de vapeurs et ne s'enflammant dans l'appareil d'Abel qu'à une température de 28°3 à 30° C. Dans les appareils ordinaires, elle ne brûle qu'à la température de 51° à 52° C. La quantité d'essence pure qu'elle peut fournir par la distillation est égale à celle que donnent les bons pétroles américains et double de celle des huiles russes.

Si l'on songe que la production russe en 1891, qui s'est montée à 34 millions de barils, était entièrement fournie par un district de 7 milles carrés seulement près Bakou, on peut juger de ce que pourront donner les nouveaux gisements pétroliers de Sumatra, s'ils tiennent ce qu'ils promettent.

(1) Cfr *London and China Telegraph*, 26 mars 1892.

III. — JAVA.

On a trouvé récemment à Java des sources de pétrole et du charbon dans la résidence de Rembang. La maison Reis & Cie de Soerabaya a obtenu la permission d'y faire des recherches. Le puits produisait déjà 25 000 caisses d'huile par mois, d'après le rapport du consul d'Angleterre à Java pour 1892, et qui a paru en mai 1893. Quant au charbon de Rembang, il est déjà coté sur le marché de Soerabaya.

Nous ne connaissons encore rien sur l'existence du pétrole dans les autres îles de l'archipel indo-néerlandais.

A.-A. Fauvel,
ancien fonctionnaire des Douanes impériales maritimes chinoises.

LA FORÊT DE CIVRAIS

(ALLIER)

Simple fonctionnaire dans l'administration des forêts en France, je n'ai nulle prétention à faire ici un cours de sylviculture ou d'aménagement. D'autres plus autorisés, mon excellent ami, M. Ch. de Kirwan entre autres, ont entretenu à diverses reprises les lecteurs de la *Revue* des importantes questions d'économie forestière. Je voudrais simplement entraîner quelques lecteurs bienveillants à faire une courte promenade dans une de nos forêts de l'Allier où l'on applique très régulièrement, depuis une trentaine d'années, la méthode du réensemencement naturel et des éclaircies, méthode qui n'est point une inconnue pour les lecteurs de cette *Revue ;* je voudrais leur montrer surtout que cette méthode, très discréditée aujourd'hui, est d'une simplicité élémentaire, à la portée de tous ; et comment, dans le centre de la France, toute forêt feuillue soumise à ce traitement marche presque d'elle-même vers l'amélioration progressive, but principal de tout aménagement sérieux.

Je choisis une petite forêt de 1100 hectares, appelée Civrais, à 270 mètres d'altitude, légèrement inclinée vers

l'est, tout près de la ligne de partage des eaux du bassin de l'Allier et de celui du Cher.

En elle-même, cette forêt n'a rien de particulièrement séduisant. Nous sommes presque en plaine; du moins n'avons-nous que des accidents de terrain insignifiants ; pas de vue ; pays très cultivé, mais monotone, où rien n'attire le touriste.

Une source d'eau légèrement gazeuse et ferrugineuse, la fontaine de Saint-Pardoux, se trouve à un kilomètre de la forêt. Sa notoriété ne s'étend pas à vingt kilomètres à la ronde. Mais vous ne pourrez passer par là sans en goûter ; car tout le monde vous dira qu'elle est excellente, et vous en trouverez chez tous nos gardes. Tous les habitants de la commune ont le droit d'y venir puiser sans indemnité pour leurs besoins. Au milieu de la forêt, une enclave qui s'appelle l'Ermitage, avec une ferme, et, dans cette ferme, une toute petite pièce transformée en une chapelle fort mal entretenue. Dans cette chapelle, les débris d'une statue pour laquelle les habitants du pays ont encore une dévotion toute particulière — c'est la statue du saint Ermite, m'a-t-on dit, sans que j'aie jamais pu savoir sous quel vocable ce saint est vénéré. Aux temps reculés où la foi était plus ardente, les gens qui n'avaient point d'enfants venaient là en pèlerinage de fort loin, et le saint, dit-on, écoutait leurs prières d'une oreille favorable. Aujourd'hui les grands pèlerinages ont absorbé les petits, et bien modiques sont les offrandes recueillies par le fermier du domaine de l'Ermitage pour l'entretien de sa pauvre petite chapelle.

Ces vieilles croyances sont encore bien plus répandues qu'on ne le croit généralement. Non loin de là, sur le flanc de la forêt de Tronçais, se trouve un domaine dit des Andars — lisez dartres — et, dans la forêt même, la fontaine des Andars, où l'on vient encore en pèlerinage pour se guérir de toute affection dartreuse. Ce qui prouve, soit dit en passant, que les rois de France et d'Angleterre

ne possédaient pas seuls, ainsi qu'on le dit généralement, le privilège de guérir les écrouelles. Cette fontaine des Andars n'est pas une fontaine à proprement parler. Dans un énorme bloc de silex, qui peut bien avoir deux mètres cubes — je le suppose du moins, n'ayant vu que la partie hors de terre, — dans un bloc de silex, on trouve un trou; on y entre la main péniblement ; la cavité s'élargit ensuite et l'on y peut faire pénétrer le bras jusqu'au-dessus du coude. Dans cette cavité, de l'eau fraîche et limpide en petite quantité ; mais la fontaine ne tarit jamais, dit-on ; sans doute parce que presque personne ne boit de cette eau, qu'il n'y a pas d'évaporation et que la pluie du ciel apporte constamment un nouvel appoint pour renouveler le peu qui se perd. Jetez vos deux sous dans cette minuscule citerne, et le mal dont vous souffrez deviendra le lot de l'imprudent que la soif des richesses aura entraîné à s'approprier votre offrande. Là comme ailleurs, j'ai bien des fois déposé mes dix centimes. Sans être dartreux, on éprouve souvent des démangeaisons physiques ou morales qui peuvent devenir gênantes dans le monde, ne serait-ce que le besoin de se gratter le nez au milieu d'une valse entraînante. Mais il faut croire que les gens n'ont plus de préjugés ; car, en fouillant la fontaine, j'ai toujours trouvé bien moins de sous que je n'en avais moi-même déposé.

La forêt de Civrais est admirablement percée. De très belles routes permettent d'en faire le tour à l'intérieur, en se tenant toujours sensiblement à égale distance du centre et de la circonférence. Le ruisseau de Cottignon y forme un vallon assez profond, toujours frais et ombragé, avec de grands aunes, sous les racines desquels nous pourrons, dans les derniers jours de juin, aux environs de l'ouverture de la pêche, faire d'abondantes récoltes d'écrevisses ; plus tard la pêche serait moins fructueuse. Quelque soin que nous apportions à garder nos écrevisses, bien des amateurs viennent nous les prendre. Cette pêche est la distraction favorite de tant de gens. Elle n'est ni difficile,

ni fatigante, et si l'on tombe sur une bonne journée et un bon trou, avec des engins bien appâtés, il est toujours amusant de relever une balance sur laquelle les écrevisses débordent de toutes parts. Ces bonnes fortunes deviennent rares. L'écrevisse, à 10, 15 et 20 centimes pièce, est devenue un plat de grand luxe ; car, pour ce que l'on y trouve à manger, ça n'est pas la peine d'en parler ; aussi n'est-ce plus seulement l'amateur qui la recherche, mais encore et surtout le braconnier qui en fait commerce, le *piardeur*, ainsi qu'on appelle en ce pays le braconnier de rivière, pour le distinguer de son confrère qui fait sa spécialité du gibier.

Par son peuplement, la forêt ne diffère pas sensiblement de toutes celles de la contrée : chêne et hêtre, alternant ou en mélange, beaucoup de charme et des bois blancs dans les endroits frais, surtout du bouleau, du tremble et quelques saules, l'aune uniquement sur le bord des ruisseaux. Artificiellement nous avons introduit le pin sylvestre dans tous les vides ou clairières. Jadis on en trouvait partout, des vides ; je n'ose pas vous dire qu'il n'y en a plus, quoique ce soit le fond de ma pensée. Je n'ai pas la prétention de tout connaître, et je dois avouer que, chaque année, j'en fais encore combler quelques-uns ; mais ce travail va toujours diminuant.

A première vue, en vous promenant dans la forêt, vous ne trouvez que trois catégories d'âges : de jeunes repeuplements, de très beaux perchis de 80 à 120 ans, des goulis ou fourrés de 20 à 50 ans, et très peu de bois sérieusement exploitables. Un gros chêne domine la maison forestière de Gondoux de sa verte ramure. Il présente la forme absolument exceptionnelle d'un cône très allongé, et se voit de cinq à six lieues à la ronde. Si vous voulez dessiner, je vous trouverai encore quelques *vieils* chênes, comme on disait jadis, dignes du pinceau d'un maître de l'art, quelques hêtres tarés, aux formes les plus étranges, et de vieux têtards charmes, sur le péri-

mètre de la forêt. Mais hâtez-vous : avec notre manie de régularisation utilitaire, nous en enlevons tous les jours, et notre but n'est point de reproduire ces vieilles machines, très attractives pour l'œil, mais bien peu productives. Si vous avez le goût des déjeuners sur l'herbe, — ce qui prouve que vous êtes encore jeune, car ce goût passe avec l'âge, surtout pour nous autres qui en abusons par métier, — nous vous trouverons encore quelque frais ombrage, et l'eau de Saint-Pardoux donnera à notre vin blanc de Saint-Pourçain un léger montant qui le champagnisera à peu de frais.

C'est en somme un ensemble frais, régulier, mais passablement monotone. La régularité étant le but que nous poursuivons, il ne faut pas s'étonner que plus nous en approchons, plus nous arrivons à la monotonie.

La forêt est aménagée en futaie pleine à la révolution de 180 ans, — ce qui signifie que nous voulons produire uniquement et partout des arbres de 180 ans. On prend la forêt par une extrémité ; on enlève tous les bois existants, en assurant le repeuplement du terrain par les graines qui tombent des arbres ; au bout de 180 ans on a terminé la rondonnée ; les peuplements actuels se trouvent remplacés par des bois d'âges étagés de 1 à 180 ans, et cet état doit durer jusqu'à la consommation des siècles. C'est un moule à peu près uniforme dans lequel nous avons la prétention de couler toutes nos futaies feuillues du centre de la France et même beaucoup d'autres ; mais je ne puis parler que de ce que je crois connaître.

Ce traitement comporte un assez grand nombre d'opérations variables. Le repeuplement du terrain, — la régénération, — ne se fait pas en une seule coupe, et les peuplements obtenus ne peuvent pas être abandonnés à eux-mêmes pendant 180 ans. On utilise les bois dépérissants, on favorise la végétation des brins de choix par les coupes d'éclaircies : leur nom dit suffisamment ce qu'elles sont.

Pour se reconnaître au milieu de ces opérations

diverses, la révolution de 180 ans a été partagée en six parties égales de 30 ans chacune, et la forêt également en six parties égales qui doivent être exploitées pendant la *période* correspondante. Chacune d'elles est *affectée* à une période. C'est une *affectation*. Puis chaque affectation est partagée en un certain nombre de parcelles, ce qui facilite les éclaircies.

Si je n'avais pas craint d'être absolument obscur, je vous aurais dit simplement que la forêt est aménagée à la révolution de 180 ans, et divisée en six affectations de contenances égales correspondant à six périodes de 30 ans chacune.

Ne vous effrayez pas de ces grands mots. Tout le monde sait ce qu'est un taillis aménagé à la révolution de 25 ans et divisé en 25 coupes égales. L'aménagement d'une futaie à la révolution de 180 ans part absolument du même ordre d'idées. On a dû seulement diviser en grandes fractions et le terrain à parcourir et la durée de la révolution, pour simplifier le travail et voir clair.

La forêt étant divisée en six affectations, on s'occupe d'abord de la première et l'on y pratique des coupes d'ensemencement en enlevant une partie du matériel sur pied. Le repeuplement une fois opéré, on enlève successivement tous les arbres qui entravent la végétation des jeunes plants. L'affectation parcourue et la période terminée, on doit donc trouver sur le terrain occupé par cette affectation des bois de 1 à 30 ans. Vous voyez que c'est la même chose que pour un taillis aménagé à 30 ans, seulement les coupes ne sont pas assises sur le terrain. On ne peut d'ailleurs arriver dans une futaie à une régularité aussi mathématique que dans un taillis, parce que, dans celui-ci, le repeuplement s'obtient par les rejets de souche qui se produisent toujours; tandis que, dans les futaies, il s'obtient par le semis naturel dont la production et la réussite sont choses éminemment variables. Il faut donc pouvoir faire varier l'emplacement et la nature des coupes suivant les circonstances.

Avant cet aménagement, actuellement appliqué à Civrais, si l'on voulait se noyer dans la poussière de nos vieilles archives, on en trouverait une quantité d'autres. Il en existe plusieurs de 1670 à 1802, dont on ne connaît guère que des bribes ; puis celui de 1846; enfin celui dont je parle, qui date de 1869. Car, il faut bien le reconnaître : quoique tous nos aménagements aient la prétention d'être éternels, qu'ils ne puissent avoir d'utilité véritable qu'à condition d'avoir une très longue durée, un aménagement n'a pas plus tôt 15 à 20 ans, que nous proposons de le remplacer par un autre bien meilleur : absolument comme pour les constitutions. Celui que nous appliquons aura bientôt 30 ans : Dieu lui prête longue vie ! et dans un demi-siècle il aura métamorphosé la forêt. Ce résultat s'obtiendra tout seul, simplement par un peu de suite dans les idées et en se gardant comme de la peste du pâturage des bestiaux ; ce qui, sans en avoir l'air, est d'une immense difficulté, alors surtout qu'il arrive si souvent, à la fin de l'été, et même au printemps, que le ciel nous refuse ces pluies indispensables pour faire pousser les céréales, encore plus indispensables pour faire pousser les herbages nécessaires à la nourriture de cette immense quantité de bétail que nous entretenons aujourd'hui dans nos domaines. Si nos grands pères ou nos arrière-grands-pères revenaient en ce bas monde, quel serait leur étonnement et leur admiration en comparant les cheptels qu'élèvent leurs petits-neveux avec ceux qu'ils leur ont laissés. Mais il faut nourrir tout cela, et quand le fourrage vient à manquer, chacun crie famine et réclame à grands cris l'herbe des forêts domaniales : petit remède à une grande calamité. C'est ainsi que nous avons dû ouvrir nos forêts au pâturage en 1870, en 1892 et 1893, pour ne citer que les dates qui me reviennent à l'esprit. On a bien cherché à évaluer les dégâts causés par cette mesure désastreuse ; mais je crois que personne n'a osé dire ce qu'il en pensait ; et d'ailleurs si le mal est certain, l'évaluation en est difficile.

A lire ces vieux documents — c'est des anciens aménagements de Civrais que je parle, — à les lire, sans se donner la peine de les approfondir, il vous reste seulement cette impression, que l'on trouve simultanément, sur tous les points de la forêt, quelques vieux massifs exploitables, beaucoup d'arbres morts et dépérissants, quelques beaux perchis, de jeunes recrus rarement en bon état, et surtout partout des vides : — un cinquième de la forêt, 256 hectares de parties ruinées, dit l'aménagement de 1846. C'est le désordre absolu.

J'ai vu la fin de ce désordre. Il y a une dizaine d'années, on trouvait encore au beau milieu de la forêt trois ou quatre bouquets de vieux chênes qu'il était indispensable d'abattre vivement, si l'on en voulait tirer encore quelques bonnes douelles de merrain, et sur les flancs une assez grande étendue couverte de hêtres creux tels que je n'en ai jamais vu de pires. Je ne crois pas que celui qui les a achetés y ait trouvé un dixième de leur volume en bois sain, propre au sabotage.

L'état actuel n'a plus aucune analogie avec l'ancien. Les affectations commencent à se dessiner sur le terrain. Je dis simplement : commencent ; car ce n'est pas une petite tâche d'arriver, sans suspendre ni exagérer la production, à étager les âges d'une forêt de 1 à 180 ans, de telle sorte que les bois d'âges successifs se touchent ou s'avoisinent, qu'il y ait toujours des bois exploitables, ni trop jeunes, ni trop vieux, et des bois près de le devenir ; de préparer l'avenir, en un mot, en donnant une certaine satisfaction au présent, sans trop sacrifier l'un à l'autre. Aujourd'hui, pour peu que vous y regardiez d'un peu près, vous trouvez des bois exploitables en première et en deuxième affectation, d'autres un peu plus jeunes en troisième, et ainsi de suite jusqu'à la sixième, qui est admirablement peuplée de jeunes et beaux perchis d'une quarantaine d'années, destinés à fournir des produits admirables à la fin de la révolution ; en même temps que les trois quarts de la

première vous montrent, dans des repeuplements remarquables de régularité, quelques-uns déjà passés à l'état de perchis, le commencement de ressources absolument assurées pour la deuxième révolution. Les vides, je vous l'ai dit, ont complètement disparu, puisque je les cherche, au lieu de vous en montrer facilement 256 hectares. Ces peuplements ne présentent pas sans doute cette régularité théorique que nous recherchons, après laquelle nous courons sans pouvoir l'atteindre. Quand nous disons que nous l'aurons réalisée dans 150 ans, c'est à peu près comme si nous disions que nous n'y arriverons jamais. Sait-on ce qu'il sera advenu, dans un siècle et demi, de ces conceptions que nous jugeons admirables? Mais enfin on ne trouve plus de tout partout; aucun peuplement ne hurle d'être colloqué à côté d'un autre qui en diffère trop absolument. C'est l'ordre commençant à succéder au désordre : résultat sérieux quand on songe qu'il faut en somme 180 ans pour étager les âges d'une forêt de 1 à 180 ans, et qu'il y a là un élément inéluctable, le temps nécessaire pour faire un arbre, élément dont l'homme n'a jamais disposé, depuis l'origine des temps bibliques, et ne disposera sans doute jamais.

Ce résultat a été obtenu en enfermant absolument la forêt dans le cadre strictement défini et fort simple que je vous ai décrit en commençant, en réduisant la *possibilité* et en ne permettant jamais aux agents forestiers de s'écarter de ces bases élémentaires de l'aménagement.

Vous savez bien que la *possibilité* est la quotité annuellement disponible, ce qu'il est *possible* d'exploiter chaque année, sous la condition que cette quotité sera indéfiniment disponible; elle pourra augmenter si votre forêt s'améliore, mais ne devra jamais diminuer.

Cette idée est relativement nouvelle; au moins son application régulière l'est-elle. Les bois n'avaient pas jadis de valeur sérieuse. On les exploitait comme l'on pouvait, généralement fort mal ; mais comme les besoins étaient

de beaucoup inférieurs à la production, il se trouvait toujours presque partout de magnifiques bouquets de futaie qui poussaient malgré vents et marées, malgré le pâturage, malgré le gaspillage des voisins, parce que toutes ces causes de ruine étaient inférieures à la force de production de la forêt. Les bois ayant commencé à prendre de la valeur dans les premières années du siècle, on s'occupa de réaliser les richesses accumulées dans le passé et, sans se préoccuper de l'avenir, on donna un grand développement aux coupes à tire et aire; elles consistaient simplement à exploiter de proche en proche, sans s'inquiéter du repeuplement de la forêt, et en laissant seulement quelques réserves éparses; ces réserves étaient destinées à assurer le semis ou à produire de très vieux et très beaux arbres. En fait, on les oubliait, et le plus grand nombre d'entre eux donnaient des arbres morts. Nous en retrouvons encore quelques-uns dans nos coupes, vieillards contournés, difformes, aux branches énormes, à la pile creuse, ne fournissant plus en général que de mauvais bois de feu. Pour exploiter ces futaies, des hordes de bûcherons s'installaient dans un canton précédemment parcouru, y créaient un campement qui finissait par ressembler à un petit village et y gaspillaient tout. C'est à cela que sont dus en majeure partie les 256 hectares de vides signalés à Civrais. Quant aux coupes exploitées, lorsque l'exploitation coïncidait avec une bonne année de glandée ou de faînée, il s'y produisait bien par taches de magnifiques semis d'essences précieuses; mais elles étaient surtout envahies par des bois blancs. On enlevait ces bois blancs tardivement, sans précautions, brisant la tête des chênes et des hêtres que l'on voulait protéger. Les plus résistants ont survécu, mais restent contrefaits. Ils rappellent une marmite les pieds en l'air, ou des ergots de buse, disent les gens du pays en leur langue imagée.

Lisez les *Maîtres sonneurs* de George Sand, un de ses plus charmants romans, tout rempli de poésie honnête et

vraiment champêtre : vous y trouverez en de frais tableaux la trace de ces exploitations désastreuses.

La valeur des bois ayant encore augmenté, on songea à mettre un frein à cette fureur d'exploitation, à réparer ce désordre, tout en réalisant le matériel dépérissant. Tel fut, au cas particulier, le but de l'aménagement de 1846, qui installait presque des affectations, mais des affectations sans ordre, ni suite, ni régularité, et prescrivait des exploitations un peu partout, même des exploitations par coupes blanches et par extraction de souches absolument désastreuses. Il adoptait en outre une possibilité excessive, dans le but, disait-on de ménager les intérêts du Trésor. Les aménagistes avaient proposé une révolution transitoire de 80 ans pour régulariser et rajeunir la forêt ; l'ordonnance d'aménagement la réduisit à 40, avec une possibilité de 3000 mètres cubes. Heureusement elle n'a été appliquée que pendant une quinzaine d'années ; autrement la forêt eût été si bien rajeunie qu'il n'y resterait plus rien du tout que des taillis simples, plus ou moins médiocres ; et, sous prétexte de sauvegarder les intérêts du Trésor, on serait arrivé à créer une forêt devant rester improductive pendant un siècle, étant admis que l'on ne voulait livrer à l'exploitation que des bois de 150 à 200 ans. L'État propriétaire des bois n'a de raison d'être que s'il produit les vieux arbres que l'industrie privée est incapable de produire.

L'aménagement de 1869 est l'œuvre de M. du Guiny, alors inspecteur des forêts à Montluçon, auquel le département de l'Allier doit la conservation de bien des milliers de mètres cubes de bois de service et d'industrie, qui rendent aujourd'hui et rendront encore longtemps d'immenses services au commerce local et sont une fortune pour le pays. Il en a assuré la conservation, soit par la part qu'il a prise comme inspecteur à la confection des aménagements, soit en dirigeant, comme conservateur à Moulins, la revision normale des aménagements de l'Allier.

La conception de cet aménagement de Civrais est assurément simple et ne présente rien d'absolument neuf. Il n'en fallait pas moins une certaine audace pour enserrer en un cadre définitif une forêt aussi irrégulière, et pour réduire brutalement à 1000 m. c. une possibilité de 3000, alors surtout que l'on se trouvait en présence de massifs qui ne laissaient pas que de présenter des symptômes non équivoques de dépérissement. Les faits lui ont donné raison. Pendant toute la première période, on aura exploité régulièrement tous les ans 1000 m. c. de bois, ni plus ni moins, qui ne sont en moyenne ni meilleurs ni moindres à la fin qu'au commencement. Il en sera de même en deuxième période, où la qualité des produits s'améliorera, mais non la quantité; de même aussi en troisième période. La possibilité ne commencera à s'élever qu'avec la quatrième période. Les deux premières affectations ne renferment de bois réalisables que sur moitié à peu près de la surface, et la troisième se compose en majeure partie des parcelles que la description de 1846 indiquait comme ruinées, dans lesquelles avaient campé les bûcherons, parcelles qui se refont lentement, mais sûrement, tout bonnement parce qu'on les laisse vivre et qu'on y pratique tous les quinze ans des éclaircies très modérées, qui dégagent toujours des arbres d'avenir en quantité bien plus grande qu'on eût jamais pu l'imaginer. Cette troisième affectation ne donnera certainement pas des produits de qualité supérieure, mais elle en donnera plus que l'on ne pensait. En tous cas, sa production sera égale à celle des deux premières et comme qualité et comme quantité.

Si pendant quatre-vingt-dix ans la forêt n'est susceptible de produire par an que 1000 m. c. de produits principaux, c'est une démonstration suffisante que la possibilité de 3000 m. c. de l'ordonnance de 1846 conduisait à la suppression de ces produits principaux pendant soixante ans ou à l'exploitation de bois beaucoup trop jeunes. Ce fut le mérite de M. du Guiny de le voir et de le dire. Il

eut de plus la bonne fortune de veiller à l'application de ses idées pendant près de vingt années, et sut si bien les inculquer dans l'esprit des forestiers de la région que son influence a bien des chances pour se faire sentir longtemps après son départ. Que les idées d'un homme exercent pendant une quarantaine d'années une direction maîtresse sur la gestion d'un domaine de 1100 hectares, ce n'est pas assez commun pour ne pas mériter d'être signalé ; d'autant plus que ce que je dis pour les 1100 hectares de Civrais, je pourrais le redire pour plus de 15000 hectares de futaies de l'Allier.

Pour installer cet aménagement, il n'a pas été besoin de procédés bien rigoureux, de méthodes mathématiques, d'études approfondies sur la croissance des arbres et des massifs. Nos forêts, provenant d'exploitations de toutes sortes, très irrégulières, crues d'ailleurs sur des sols de qualités très variables, dans lesquelles le terrain d'une parcelle ne ressemble en rien à celui de la voisine, où, dans une même parcelle, vous trouvez souvent tous les extrêmes, ces forêts ne se prêtent pas aux calculs algébriques qui nous conduiraient aux erreurs les plus grossières.

L'aménagiste a simplement divisé la forêt en six parties égales, en cherchant à classer dans les premières affectations les bois les plus âgés et faisant régénérer hors tour les bouquets épars. Il a cubé tous les bois appartenant à la première période et divisé par le nombre d'années de la période — trente ans, — ce qui a donné la possibilité. Il n'est pas besoin pour cela de méthodes de cubage perfectionnées. Un tarif quelconque est aussi bon qu'un autre, pourvu qu'on l'applique tant que durera l'exploitation des arbres dénombrés.

Dans l'application de l'aménagement et le calcul des possibilités annuelles, il est naturellement prescrit de tenir compte de tous les bois compris dans le dénombrement initial qui sont enlevés annuellement à un titre

quelconque, chablis, arbres morts, éclaircies, etc. Par mesure de prudence, il est également prescrit de tenir compte, en déduction sur les possibilités annuelles, du cube fourni par les gros arbres encore épars çà et là, et qui sont un legs des vieux âges et non un produit normal. C'est ce que l'on appelle le *précomptage*.

Pour savoir à un moment quelconque où l'on en est, où l'on va, il n'est pas besoin non plus de calculs d'accroissement, d'évaluations basées sur des lois de végétation, toujours plus ou moins inconnues ; il suffit de refaire tous les dix ou quinze ans le cubage de tous les bois restant sur pied dans l'affectation en tour.

Cette revision doit toujours donner un excédent disponible provenant des précomptages et de l'accroissement des bois de l'affectation en tour, accroissement dont il n'a pas été tenu compte en fixant la possibilité. Le comptage de l'affectation en tour terminé, rendez-vous compte de ce que pourra produire l'affectation suivante, et, selon qu'elle se trouvera plus riche ou plus pauvre que la précédente, vous réaliserez le disponible en augmentant la possibilité, ou vous le conserverez pour parer aux déficits de l'avenir.

Il est bien évident que si la revision, par impossible, accuse un déficit pour la fin de la période en cours, il faut réduire la possibilité, à moins qu'une légère anticipation sur les produits de l'affectation suivante, plus riche que la première, ne vous permette de combler ce déficit.

Ainsi l'on évite des acoups toujours déplorables.

Il est très certain qu'il y a une cinquantaine d'années, l'esprit de prévoyance, qui est la note dominante de ce mode d'aménagement, n'était pas à l'ordre du jour ; on réalisait systématiquement toutes les vieilles réserves, aussi bien dans les taillis que dans les futaies. Sous l'administration de M. Legrand, directeur général des forêts de France, notamment, tout inspecteur qui se respectait tenait à honneur d'avoir une production toujours croissante. Et ça n'est pas bien malin, en exploitant à blanc.

Combien je connais de taillis sous futaie autrefois florissants, et dans lesquels on trouve aujourd'hui en moyenne à peine un ancien pour deux ou trois hectares On prétextait soit la régularisation des massifs, soit l'utilité de faire disparaître les bois dépérissants. Or le chêne légèrement couronné, dans certaines conditions qu'il serait trop long d'analyser ici, peut rester debout pendant un demi-siècle sans rien perdre de sa valeur ; tout le monde le sait. De ces exploitations exagérées il est résulté que nos forêts se sont très fortement appauvries en vieux arbres. Ce qui m'étonne, c'est que nous en ayons encore quelques-uns. Et j'estime que cette disparition des vieux arbres est la cause principale de l'appauvrissement de nos budgets, qui sont tombés de trente-cinq et quarante millions à vingt-cinq. Ils paraissent en voie de relèvement ; la sagesse de nos aménagements actuels et la pratique d'éclaircies plus larges qu'on ne les faisait jadis, me paraissent des raisons suffisantes pour expliquer cette amélioration. Elle ira croissant si mon explication est juste. — Vous me direz que les variations dans le prix des bois, qui s'en va toujours baissant depuis une quinzaine d'années, donnent de ce fait une explication plus complète et plus vraisemblable. C'est possible. Mais pourquoi ne pas faire intervenir les deux facteurs ? Cela nous donnera confiance en l'avenir ; c'est toujours une bonne chose.

Appelé dans un tout petit cercle à appliquer des aménagements qui me paraissent d'une très grande sagesse, je leur attribue peut-être plus d'importance qu'ils n'en ont sur l'ensemble de la production forestière. Je n'en demeure pas moins convaincu que ce système, poursuivi pendant un demi-siècle ou un siècle, transformera en admirables futaies nos forêts du centre, que toutes les descriptions faites au commencement du siècle nous montrent absolument ruinées.

Ne reprochez pas d'ailleurs à ces aménagements leur prudence exagérée. En admettant que vous persévériez

dans cette prudence exagérée, une fois qu'elle aura été constatée,— ce qui est douteux, on a toujours besoin d'argent,— cela n'aurait d'autre inconvénient que d'allonger la révolution. Supposons en effet, que vos économies vous amènent, à la fin d'une période, à avoir encore sur pied la moitié des bois de l'affectation correspondante. Étant admis que votre forêt est homogène, vous ne tarderez pas à être en retard d'une affectation entière. Il en résultera que votre forêt aménagée à 180 ans se trouvera l'être à 210. Croyez-vous que le mal sera bien grand? Le chêne d'élite que nous avons la prétention de produire... pour nos arrière-petits-neveux, n'est pas véritablement exploitable avant 200 ans. Nos jeunes repeuplements mettent toujours au moins 20 ans avant de partir. Dans leurs premières années, leur développement est entravé par les coupes de régénération qui, le plus souvent, durent sur un point donné de 15 à 20 ans, et surtout, dans bien des fonds humides et froids, par les gelées printanières. Que de fois c'est 30 ans seulement après la coupe définitive que le chêne prend sérieusement son essor. Je vous en pourrais montrer des exemples par centaines. Que de cantons je connais où, depuis douze ans, je passe quatre ou cinq fois chaque année et où, depuis ce temps, des peuplements très complets ne se sont pas allongés de 50 centimètres. Soyez sûrs cependant qu'ils partiront; l'histoire du voisinage vous l'apprend. Mais quand vous abattez un vieux chêne et que vous comptez les couches sur une section faite de 0.50 à 1 mètre au-dessus du sol, si vous en trouvez 200, il en faudra ajouter au moins 20 pour tenir compte de celles que vous ne voyez pas — le centre est toujours très confus, — et 10 pour les recépages opérés pendant la durée des coupes de régénération. Je conclus qu'il faut au moins 220 ans pour faire un chêne compté pour 200 ans, et qu'un aménagement à 180 ans nous donnera péniblement des chênes de 160 ans, tandis que, sur les arbres d'élite laissés par nos pères, on trouve aisément deux cents couches annuelles et plus.

Le système d'aménagement que nous appliquons à Civrais nous assure donc le rapport absolument soutenu; il nous permet d'allonger la révolution sans secousse, si l'opportunité en est reconnue. Enfin le roulement des coupes d'éclaircies marchant parallèlement avec celles de régénération nous donne toute facilité pour améliorer et compléter les parties faibles qui peuvent se trouver dans la forêt.

Ces améliorations consistent dans le repeuplement des vides, le recepage des peuplements clairiérés, l'extraction des arbres dépérissants.

Du repeuplement des vides je ne veux pas parler. Le sujet est vaste et pourrait, à lui seul, faire l'objet d'une longue étude.

Le recepage des clairières est peut-être plus important que les repeuplements artificiels, mais le sujet comporte moins de développement. Il était presque de règle jadis, quand on rencontrait une clairière dans les coupes d'éclaircie, — et l'on en rencontrait beaucoup, hélas! — de laisser debout tout ce qui paraissait pouvoir vivre encore quinze ans. On est arrivé ainsi à créer et maintenir, dans toutes les parties faibles de nos futaies, des peuplements impossibles, où l'on ne trouve pas la dixième partie de ce qu'il faudrait pour constituer un vrai massif, et encore ce massif insuffisant se compose-t-il uniquement de mauvais arbres gélifs, contournés, ayant l'aspect de pommiers difformes, et de quelques maigres cépées buissonnantes, sans avenir comme sans passé. Il faut receper tous ces peuplements bâtards; c'est l'évidence même. Ce qui viendra après le recepage ne sera certainement pas moindre que ce que nous avions avant; et dans les intervalles que les brins laissent entre eux, on pourra, on devra faire quelques travaux de repeuplement. Quand même ces travaux de repeuplement ne seraient pas faits ou ne réussiraient pas, le recepage à lui tout seul est une excellente opération. Vous installez ainsi un petit coin de taillis au

milieu d'un massif de futaie. Est-ce un malheur? La nature ne se prête pas à la régularité absolue. La périodicité de vos éclaircies vous permet de renouveler ces recepages tous les 10, 15, 20, 30 ans, suivant que vous trouvez la chose opportune. Vous devez croire que vos clairières bien soignées, recepées, assainies et repeuplées iront toujours diminuant d'importance et se fondront dans l'ensemble. En attendant, les recepages périodiques vous donnent dans ces parties faibles des produits sensiblement égaux à la moitié environ du rendement moyen, tandis qu'auparavant elles vous produisaient zéro. C'est un résultat, semble-t-il. L'aménagement en futaie que nous appliquons se prête admirablement à toutes ces petites combinaisons de détail. Il ne prescrit pas à la vérité de faire des coupes de taillis au milieu d'une forêt traitée en futaie, mais il prescrit de passer partout tous les quinze ans, en coupes d'éclaircies. C'est aux agents d'exécution à voir ce que l'on doit faire dans chaque parcelle arrivant en tour, et à avoir assez d'initiative pour le faire. Si l'on devait présenter une proposition spéciale pour le recepage de toute parcelle de 10 ares que l'on rencontre sur son chemin, autant vaudrait y renoncer de suite. A quoi bon d'ailleurs avoir un personnel d'élite, s'il ne doit jamais prendre aucune initiative?

Le passage des éclaircies tous les 10 ou 15 ans nous fournit un moyen largement suffisant pour enlever tous les bois dépérissants partout où ils viennent à se produire, pourvu que l'on ait compris l'affectation en tour dans le roulement des éclaircies, et que l'on ait prévu des précomptages partout où ils peuvent devenir nécessaires. Les éclaircies impossibles ou inutiles par suite du passage des coupes principales seront supprimées; les précomptages seront réglés par l'aménagement. Enlever les bois dépérissants sur propositions spéciales et les vendre en dehors des époques ordinaires est une opération financière désastreuse, la concurrence faisant toujours défaut pour ces

petites ventes partielles. Enlever ces bois sans en tenir compte dans le calcul de la possibilité est la simple démolition de l'aménagement. Si vous voulez, chaque fois que vous apercevez quelques pieds d'arbres plus ou moins dépérissants, les exploiter sans les déduire de la possibilité, il était absolument inutile de faire les comptages longs et dispendieux qui ont servi de base à cette possibilité. C'est l'histoire d'un bonhomme qui, ayant bien étudié sa situation de fortune, s'est convaincu qu'il a 10 000 livres de rentes, et qui, sous prétexte de besoins imprévus qui se reproduisent tous les ans, dépense tous les ans 15 000 francs. Pour un particulier, nous savons tous le temps que cela peut durer et quel est le résultat de ce système. Pour une forêt ou pour un État, les choses peuvent durer plus longtemps. Mais, quoi qu'on en puisse dire, manger tous les ans un peu plus que son revenu conduit fatalement tout le monde au même résultat, la ruine.

Si l'application de votre possibilité laisse trop de bois dépérissant sur pied, cela tient ou à ce qu'elle est trop faible, ou à ce que les agents forestiers ne se donnent pas la peine de rechercher, marquer et vendre ces arbres dépérissants; ce qui est effectivement profondément ennuyeux. Il est bien plus simple de prendre une possibilité de 1000 mètres cubes en deux coupes définitives qui se touchent. C'est l'affaire de deux ou trois heures; courir après les arbres dépérissants de dix parcelles pour constituer ce même volume de 1000 mètres cubes demandera deux ou trois jours. Cette négligence se présentant, le remède est simple. Il suffit de s'apercevoir de la situation et de donner des ordres pour y remédier. La vérification n'étant pas difficile, soyez sûr que les instructions données seront ponctuellement exécutées. Si vous avez constaté que la possibilité est insuffisante, vous la ferez grossir à la première revision et vous arriverez largement à temps; il n'y a jamais péril en la demeure, en

nos forêts du centre où domine le chêne; et vous avez toujours la chasse aux arbres morts qui permet de courir au plus pressé.

Nous voilà bien loin, me direz-vous, de la forêt de Civrais. Nullement; car toutes les considérations générales sur lesquelles je me suis sans doute trop attardé s'appliquent à cette forêt plus qu'à toute autre. C'est une des plus mauvaises de l'Allier, une de celles où la régularisation résultant de l'application sévère d'un aménagement normal est le plus sensible. Je me permettrai même de vous faire remarquer que les revenus de cette forêt vont déjà croissant. La moyenne des produits principaux des dix dernières années est de 10 700 francs; la production de 1892 est de 11 600. Pour les coupes d'éclaircie, la moyenne des dix dernières années est de 9000, et la production de 1891 de 9100. La différence est peu sensible. Mais les prix des bois sont en baisse constante, en sorte que le maintien de la moyenne représente déjà une augmentation. D'ailleurs, des considérations de détail qu'il serait oiseux d'énumérer ici permettent d'affirmer que, dès 1894, le rendement des coupes principales sera porté à près de 12 000 francs, et celui des coupes d'éclaircies à 10 000. N'est-ce pas là ce que le Code civil appelle la gestion d'un bon père de famille, qui dépense peu, emploie le plus clair de ses revenus à améliorer sa propriété, qu'il considère comme étant plutôt celle de ses enfants que la sienne propre, et leur laisse des revenus plus faciles et plus considérables que ceux qu'il a lui-même récoltés.

J'ai beaucoup parlé — d'aucuns diraient bavardé — et n'ai peut-être pas dit ce que je voulais dire, ce qui forme le fond de ma pensée, c'est à savoir que, s'appliquant à nos forêts du centre, qui ne demandent qu'à pousser et à produire, l'aménagement n'est point une science au sens propre du mot. Pour aménager une de ces forêts de manière à assurer une production ininterrompue de vieux bois, les seuls que l'État ait intérêt à produire, il suffit

de l'encadrer dans un système de coupes à très long roulement, absolument comme on divise une forêt en 25 parties égales pour obtenir un taillis de 25 ans. Le cadre d'un aménagement de futaie a seulement plus d'ampleur et d'élasticité que celui d'un taillis. Pas n'est besoin pour cela d'être un savant, de s'être plongé dans les études spéculatives. L'expérience et l'esprit d'observation suffisent.

Pas n'est besoin non plus d'être un homme supérieur pour appliquer un tel règlement et lui faire rendre tout ce que l'on est en droit d'en attendre. Il suffit d'être possédé de cette idée fixe : se renfermer dans son cadre ; d'être un peu trop conservateur, d'avoir l'amour des vieux arbres et des vieilles choses et beaucoup de cet esprit bourgeois qui se résume dans l'économie et la routine, le même au fond que celui du paysan qui a la nostalgie de son champ, surtout de son *bestiau*. Poursuivre pendant des siècles cette idée fixe conduit nécessairement à faire grand tout en restant très terre à terre. Ainsi compris, l'aménagement n'a d'autre but que de laisser faire la nature en réglant l'emploi de ce qu'elle produit. Or la nature fait toujours grand ; car, pour parler une langue qui ne cessera jamais d'être vraie, quoique bien démodée en nos temps de scepticisme, la nature c'est Dieu.

E. Desjobert.

BIBLIOGRAPHIE

I

Cours de mécanique appliquée aux machines, professé à l'École spéciale du Génie civil de Gand, par J. Boulvin, ingénieur honoraire des Ponts et chaussées, ancien élève de l'École d'application du Génie maritime de France, ingénieur des constructions maritimes de l'État belge. Troisième fascicule. *Théorie des machines thermiques.* — Un in-8° de 343 pages, avec 130 figures dans le texte. — Paris, 1893, chez Bernard, 53 ter, quai des Grands-Augustins.

M. Boulvin vient de donner un nouveau volume de son remarquable Cours de mécanique, dont nous avions déjà les fascicules consacrés aux machines servant à déplacer les fluides, à la théorie générale des mécanismes, aux moteurs animés, aux récepteurs hydrauliques et pneumatiques.

Ce nouveau fascicule a pour objet la théorie des machines thermiques. Plusieurs fois déjà ce sujet a été abordé, mais il n'est jamais épuisé, et M. Boulvin a su en rajeunir l'exposé.

Dans un sobre et intéressant avant-propos, il rend justice à Carnot, à Montgolfier et à Séguin comme précurseurs de Mayer, à qui l'on doit l'énoncé définitif du théorème formant la pierre angulaire de la thermodynamique : à Hirn, à Reech, à Isherwood, pour l'étude de phénomènes soi-disant accessoires qui n'en restent pas moins la clef des études actuelles, et la base des mesures expérimentales.

M. Boulvin donne dans son ouvrage une place considérable au

diagramme entropique de Belpaire. Cette ingénieuse innovation, dont l'usage commence à se répandre par les soins de MM. Linde, Schrœter, Mac-Farlane Gray, Hermann, Cotterill et Zeuner, a marqué un perfectionnement d'une réelle importance. L'ancien diagramme qui a pour abscisse le volume v, pour ordonnée la pression p, et pour aire le travail externe pdv, a rendu et rendra toujours de très grands services. Mais Belpaire a été frappé du rôle que joue dans la théorie l'entropie $\int \frac{dQ}{t}$ fonction plus cachée que les autres, soupçonnée par Carnot et par Clapeyron et mise en lumière par Clausius. Il la porte en abscisse, en prenant pour ordonnée la température absolue t. Dès lors l'aire élémentaire a pour valeur $\frac{dQ}{t} \times t$, et représente ainsi directement la quantité de chaleur. On se trouve donc, avec de telles figures, plus rapproché du but essentiel du problème.

Les isothermes sont alors des droites horizontales et les adiabatiques des droites verticales. Le cycle de Carnot prend la forme rectangulaire. Ces avantages sont précieux. M. Boulvin établit avec soin que si deux lignes de transformation se coupent, il en est de même de leurs transformées entropiques. Si elles se touchent, ces dernières sont également tangentes.

L'auteur se meut avec aisance au milieu de ces nouveautés. Il envisage également, en conservant les variables v, p, le procédé de Cazin, ainsi que le diagramme d'Ayrton et Perry représentant la chaleur fournie, de manière à mettre en évidence d'autre part l'accroissement de l'énergie intérieure. Il développe également la construction de Brauer qui permet de tracer par points l'adiabatique.

D'une manière générale, M. Boulvin tire un parti important des représentations graphiques. En cela d'ailleurs il ne fait que suivre un courant établi, mais il le fait avec beaucoup de discernement. A une époque qui n'est pas encore extrêmement ancienne, on a dû réagir contre les volumineux calculs que se permettait, sous certaines plumes, la mécanique appliquée. De tels excès analytiques sont parfaitement justifiés quand il s'agit de la mécanique céleste, où le but poursuivi est susceptible de la plus extrême précision, en même temps que les influences en jeu sont simples et exactement définies, et que les quantités négligées dans le calcul sont discutées pied à pied et renfermées dans des limites déterminées. Pour la mécanique appliquée, les conditions sont précisément inverses. Les influences sont multiples et

presque toujours mal connues. L'utilité des résultats consiste souvent beaucoup plutôt en des discussions judicieuses conduisant à des opinions justifiées, qu'en des valeurs numériques à calculer avec minutie. En outre, on se bornait parfois à sabrer les approximations avec un assez grand laisser-aller. Aussi les meilleurs esprits tendent-ils à réduire les développements analytiques à ceux qui sont susceptibles de clarté et de brièveté, de manière que l'on puisse en discuter les formules finales et les faire parler, soit sous leur forme algébrique, soit à l'aide de courts aperçus numériques. Il arrive encore trop souvent que l'auteur est obligé de s'avancer laborieusement sur une route presque exclusivement numérique d'un bout à l'autre. Naturellement alors le lecteur en est réduit à croire sur parole, et se trouve peu tenté de refaire toutes les opérations. Au contraire, les aperçus graphiques lui restent à chaque instant accessibles, et l'œil en perçoit aisément tous les développements, ce qui est un grand avantage. Il ne reste plus alors qu'à éviter l'écueil d'épures trop chargées, dans lesquelles sombrerait la clarté.

M. Boulvin établit avec simplicité, pour les gaz parfaits, les propriétés du cycle de Carnot ainsi que des autres cycles à isodiabatiques et à rendement maximum. Il envisage rapidement les transformations non réversibles. Il aborde ensuite la description et la discussion des types réels de machines à air chaud et de moteurs à gaz. Il tient compte des expériences de MM. Mallard et Le Chatelier sur la variation des chaleurs spécifiques aux températures élevées, et se rapproche, pour ces derniers appareils, de la classification de M. Aimé Witz.

Cette étude est très bien faite. Le lecteur ne se perd pas au milieu d'un dédale d'appareils se copiant plus ou moins les uns les autres. L'auteur se borne à un nombre limité, et scrute avec soin leurs propriétés, en tenant un compte attentif de l'effet des parois, si important et si complètement méconnu naguère. Les mécanismes sont décrits sous leur forme réelle, tandis que la machine à vapeur ne sera envisagée plus loin que dans sa théorie, sa description si laborieuse étant réservée pour le fascicule suivant.

La théorie des vapeurs saturées est abordée avec beaucoup de simplicité à l'aide du diagramme entropique. M. Boulvin étudie directement la transformation d'un mélange. Le tracé figuratif lui fait connaître la chaleur fournie et les valeurs du titre. On y distingue les corps pour lesquels la détente adiabatique détermine une liquéfaction ou une surchauffe, ou encore ceux dont le titre d'équilibre n'est pas modifié.

L'auteur examine avec soin la transformation d'un gaz permanent saturé de vapeur d'eau, qui se présente fréquemment dans les machines. Il traite également de la surchauffe, sur les applications de laquelle les opinions en cours présentent encore tant de divergences. Il s'occupe non seulement de la vapeur d'eau, mais aussi des gaz liquéfiables momentanément surchauffés dans le jeu des machines frigorifiques.

Un chapitre spécial concerne l'écoulement des fluides. Il est limité à l'écoulement permanent tant des gaz permanents que de la vapeur d'eau : sujet encore si controversé, et pour lequel l'expérience résiste opiniâtrément à se conformer exactement aux résultats du calcul dans l'état actuel de nos connaissances. Une intéressante théorie de l'injecteur Giffard termine ce chapitre. Elle met en relief assez simplement les conditions théoriquement et même pratiquement satisfaisantes de l'injecteur d'alimentation, par opposition au faible rendement de l'éjecteur-élévateur.

Le chapitre v est consacré aux machines à vapeur. Cette étude est très attentivement conduite à l'aide du diagramme entropique. L'auteur y considère successivement l'influence de la détente plus ou moins incomplète, suivant que l'appareil est ou non à condensation; celles de l'espace nuisible et de la compression, qui sont connexes et fonctions l'une de l'autre; l'effet d'une addition ou d'une soustraction de chaleur pendant la détente, se rapportant à la double enveloppe ou au réchauffeur d'alimentation; enfin la surchauffe, qui semble reprendre aujourd'hui une certaine vogue.

L'étude des effets des étranglements est fort importante et fournit la clef de diverses circonstances de l'admission et de l'échappement, des conduites et des détendeurs. La condensation est envisagée un peu brièvement, ainsi que les machines à expansions multiples. L'ouvrage renferme également une esquisse des moteurs à vapeurs combinées, ou à vapeur isolée différente de celle de l'eau. On arrive ensuite aux turbo-moteurs, ces ingénieux appareils qui, dans des conditions nouvelles, nous ramènent à l'origine même des machines à vapeur.

M. Boulvin expose avec un grand soin et beaucoup de développements la théorie si essentielle de l'action des parois, qui a établi un véritable abîme entre le mode actuel d'étude des moteurs à vapeur et les aperçus théoriques dont ils étaient autrefois l'objet. Les travaux de Reech, de Hirn et de ses collaborateurs, sont présentés avec détail, tant au moyen du tracé

entropique que par la voie analytique. L'ingénieux diagramme de M. Dwelshauvers-Dery pour la représentation des échanges de chaleur vient prendre ici une place analogue à celle que nous avons indiquée plus haut pour le tracé d'Ayrton et Perry. L'auteur fait également une part importante à l'ingénieuse théorie de M. Kirsch, plus curieuse qu'utilisable, mais qui n'en constitue pas moins un des plus intéressants et des plus difficiles efforts de la théorie pour approfondir ces problèmes compliqués, encore perfectionnée d'ailleurs tout récemment par M. Nadal.

Nous rencontrons enfin une courte étude de l'utilisation de la chaleur produite dans le foyer, puis une autre plus développée des machines frigorifiques à air, à gaz liquéfiable, à affinité. Le volume se termine par les tables numériques de M. de Montchoisy relatives à la vapeur d'eau saturée, très utiles aux ingénieurs qui auront à faire par eux-mêmes des applications.

Cette rapide esquisse ne saurait donner qu'une idée bien imparfaite du volume que M. Boulvin vient de rédiger avec beaucoup de talent et une grande autorité. Il y a fourni une nouvelle preuve de son esprit pratique et de sa grande érudition.

HATON DE LA GOUPILLIÈRE
Membre de l'Institut.

II

INTRODUCTION A LA THÉORIE DES EXPLOSIFS, par E. SARRAU. — In-8° de 115 pp. — Paris, Gauthier-Villars et fils, 1893.

M. Sarrau met en tête de son livre la courte introduction que voici :

« L'exposé suivant résume les notions de mécanique, de thermodynamique et de thermochimie qui semblent nécessaires pour une théorie complète des explosifs. Il représente, dans son état actuel, une partie des leçons professées à l'École d'application des poudres et salpêtres. »

L'*Introduction à la théorie des explosifs* débute par un résumé où sont établis les principes de mécanique dont on a constamment à faire usage dans la théorie mécanique de la chaleur : on y trouve la notion de potentiel, les théorèmes fondamentaux sur les forces centrales, le principe des forces vives, le théorème d'Ivon Villarceau et de Clausius sur le viriel.

Les lois expérimentales relatives aux gaz parfaits, à leurs combinaisons, les conséquences de ces lois pour la chimie, forment l'objet du second chapitre.

Au troisième chapitre est exposée la thermodynamique des gaz parfaits.

Le quatrième est consacré aux principes généraux de la thermodynamique; le principe de l'équivalence est déduit de considérations mécaniques; le principe de Carnot-Clausius n'est pas limité, comme dans de trop nombreux ouvrages, aux phénomènes réversibles; il est étendu aux phénomènes non réversibles.

Le cinquième chapitre renferme un élégant exposé de la théorie de la continuité entre l'état liquide et l'état gazeux.

Au sixième, sont développées les conséquences générales des principes de la thermodynamique; les propriétés fondamentales des fonctions caractéristiques et du potentiel thermodynamique sont indiquées.

Le septième chapitre renferme la théorie cinétique des gaz; le huitième, les principes de la thermochimie; enfin le neuvième est consacré à l'étude de la dissociation et à la théorie de Gibbs.

Au point de vue philosophique, nous ferions volontiers une légère critique au livre de M. Sarrau : c'est de donner trop de place à la théorie cinétique de la chaleur. Mais, ce point mis à part, nous ne pouvons que recommander la lecture de l'*Introduction à la théorie des explosifs*. Il y a beaucoup de choses dans ce tout petit livre; tout y est clair, précis et concis; c'est un excellent manuel de thermodynamique, l'un des meilleurs, certainement, qui puisse être mis entre les mains des étudiants.

P. Duhem.

III

Thermodynamische Studien *(Études thermodynamiques)*, par J. Willard Gibbs, traduit de l'anglais, avec la collaboration de l'auteur, par W. Ostwald. — In-8°, vii-409 pp. — Leipzig, Wilhelm Engelmann, 1892.

Il y a vingt ans, la forme analytique qui exprime les principes de la thermodynamique a subi une profonde transformation ; cette transformation a engendré de nombreuses et importantes applications de la théorie de la chaleur dans presque toutes les

branches de la Physique mathématique. Cette transformation, inaugurée par un ingénieur français, M. F. Massieu, a été complétée par un savant américain, M. J. Willard Gibbs, professeur du Yale College, à New-Hawen, dans l'État de Connecticut. Dans un mémoire qui est une des œuvres capitales de notre siècle, M. J. Willard Gibbs faisait pour la thermodynamique ce que Lagrange avait fait pour la mécanique : il la condensait tout entière dans une formule analogue à la formule des vitesses virtuelles; et, montrant par des exemples de première importance l'admirable fécondité de la nouvelle méthode, il créait la théorie de la dissociation des gaz parfaits et transformait l'interprétation des phénomènes thermiques qui ont leur siège dans une pile voltaïque.

Malheureusement, l'œuvre de Gibbs demeura pendant bien des années à peu près inconnue ; son mémoire intitulé : *On the Equilibrium of Heterogeneous Substances,* avait été imprimé dans une revue très peu répandue, les *Transactions of the Academy of Arts and Sciences of Connecticut;* les comptes rendus sommaires des recueils bibliographiques ne pouvaient suffire à faire connaître ce travail, d'une prodigieuse richesse en résultats nouveaux; aussi bien des physiciens, en tête desquels on peut citer l'illustre H. von Helmholtz, furent-ils obligés de réinventer ce que le savant américain avait déjà trouvé.

Il n'en sera plus de même désormais: M. W. Ostwald, l'actif professeur de Leipzig, vient de donner une édition allemande du travail de Gibbs sur l'équilibre des substances hétérogènes, et des autres écrits du même auteur touchant la thermodynamique; dorénavant, il sera facile aux chercheurs de consulter les mémoires du professeur de New-Hawen et de tirer parti des richesses encore inexplorées qu'ils renferment. Ce n'est pas le moindre service que M. Ostwald ait rendu au monde des travailleurs, bien qu'il lui en ait déjà rendu beaucoup et de très grands.

M. Gibbs a soumis sa théorie de la dissociation des composés gazeux à des vérifications expérimentales nombreuses et précises; ces vérifications ont été déduites de l'étude des variations des densités de vapeur du perchlorure de phosphore, de l'acide hypoazotique, de l'acide acétique et de l'acide formique; ces vérifications sont exposées dans un mémoire spécial inséré au tome XVIII de l'*American Journal of Science;* nous regrettons que M. Ostwald ait exclu ce mémoire de la collection dont il publie aujourd'hui la traduction.

P. Duhem.

IV

VORLESUNGEN UEBER DIE THEORIE DES LICHTES *(Leçons sur la théorie de la lumière)*, par P. VOLKMANN. — In-8° de XV-432 pp. — Leipzig, B. G. Teubner, 1891.

Depuis quelques années, l'optique a été profondément remaniée : l'admirable mémoire de G. Kirchhoff : *Ueber die Theorie der Lichtstrahlen*, a porté à un haut degré de perfection les méthodes analytiques propres à traiter les phénomènes lumineux au sein des milieux isotropes ; la théorie électro-magnétique de la lumière, imaginée par Maxwell, tend de plus en plus à prendre un rang égal à celui de la théorie élastique que l'on regardait, il y a quelques années à peine, comme un dogme scientifique. La rédaction d'un traité qui présentât aux physiciens un tableau fidèle de la forme actuelle de l'optique était souhaitable au plus haut degré.

Depuis quelques années, il est vrai, nous avions vu paraître de beaux livres touchant la théorie de la lumière : M. Drude et M. Oskar-Emil Meyer avaient publié les leçons de F. E. Neumann sur l'optique et l'élasticité ; M. Kurt Hensel nous avait donné les leçons d'optique de G. Kirchhoff; les élèves de M. Poincaré avaient rédigé les cours de leur maître; mais les leçons de M. F. E. Neumann exposaient l'ancienne optique, fondée sur la théorie élastique, telle que l'ont développée F. E. Neumann, Mac-Cullagh, Cauchy, Green et Lamé; le livre de G. Kirchhoff expose surtout les méthodes de l'illustre physicien; il ne traite d'ailleurs pas de la théorie électro-magnétique; les leçons de M. Poincaré, œuvre de critique et de discussion, ne dispensent pas d'un exposé positif de la science; aucun de ces livres ne comblait la lacune que sentaient tous les physiciens.

Ce traité d'optique devenu nécessaire, M. P. Volkmann vient de l'écrire et de le livrer à la publicité. Dans ce traité, la théorie élastique et la théorie électro-magnétique sont développées de pair : les méthodes de G. Kirchhoff sont appliquées d'une façon systématique; les questions générales de l'optique sont traitées d'une manière approfondie et menées jusqu'au point où on les raccorde sans peine aux exposés que renferment les traités d'optique expérimentale.

M. Volkmann, — et, à mon avis du moins, on ne saurait trop le féliciter de cette réserve, — s'est borné à exposer les parties

de l'optique dont la théorie présente un degré suffisant de perfection, et il a résolument laissé de côté toutes les questions dont l'obscurité engendre trop d'incertitude et trop de discussions. Ainsi, il ne parle pas des théories de la dispersion. Il ne dit rien non plus, dans le corps de l'ouvrage, de la théorie de la réflexion métallique ni de la théorie de la polarisation rotatoire; il n'en parle que dans un appendice. Par là, si son traité est moins complet, il gagne en clarté et devient plus utile aux étudiants qui veulent se familiariser avec les théories de l'optique moderne. Il est devenu, pour eux, le livre indispensable.

P. Duhem.

V

Traité pratique de calorimétrie chimique, par M. Berthelot, secrétaire perpétuel de l'Académie des sciences *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — 1 vol. petit in-8° de 192 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1893.

Le nom de l'auteur suffit pour garantir une vraie valeur à ce petit ouvrage et pour lui assurer le succès. Peu de savants, en effet, sont mieux préparés à écrire sur la pratique de la calorimétrie que l'illustre chimiste qui, pendant tant d'années, a fait sa principale occupation de travaux thermochimiques.

La première des trois parties dont se compose le livre de M. Berthelot rappelle brièvement les lois de la thermochimie, telles que l'auteur les a déjà proposées dans plusieurs de ses publications: nous ne nous y arrêterons pas.

La seconde partie, beaucoup plus considérable, contient une description détaillée, presque minutieuse, de tous les appareils nécessaires pour ce genre de recherches, surtout des thermomètres et des calorimètres.

Enfin la troisième partie, qui constitue à peu près les deux tiers de l'ouvrage, traite des manipulations. Ici on trouve les différentes méthodes de détermination des chaleurs de dissolution, de fusion et de vaporisation; de la chaleur spécifique des solides et des liquides: de la chaleur de combustion, etc.

Ce court aperçu des matières traitées par M. Berthelot indique suffisamment le grand intérêt que présente ce petit ouvrage pour les physiciens et les chimistes: ils y trouveront, condensé en quelques pages, un exposé clair et suffisamment

complet des méthodes dont on se sert actuellement dans l'étude si importante des phénomènes thermiques. Nous ne pouvons donc que recommander ce volume de l'*Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire* à tous ceux qui veulent s'initier aux mesures calorimétriques.

H. D. G.

VI

Introduction a la mécanique chimique. par P. Duhem. — Un vol. de VII-177 pp. — Gand, A. Hoste, 1893.

Cet opuscule du savant et infatigable physicien prendra place certainement parmi les publications les plus remarquables qui ont paru dans ces dernières années, en France, sur la mécanique chimique. On n'y trouve, il est vrai, aucune recherche expérimentale originale, aucune théorie nouvelle, et le but de l'auteur est, en apparence, extrêmement modeste : il se propose uniquement de faire connaître au lecteur l'état actuel de la mécanique chimique. Mais cette partie de la chimie est si peu connue, même des savants, que M. Duhem a fait, en l'exposant, une œuvre éminemment utile. On chercherait en vain un exposé même succinct de toutes les questions qui se rapportent à cette partie de la science dans les traités et dans les manuels de chimie, du moins dans ceux qui sont écrits en France. Ajoutons que l'auteur, en donnant à son ouvrage un caractère historique et en parcourant successivement les différentes phases du développement de la mécanique chimique, a rendu son livre bien plus attrayant et bien plus intelligible pour le plus grand nombre des lecteurs que s il avait développé la théorie moderne à l'aide de l'analyse infinitésimale.

M. Duhem distingue trois phases dans l'histoire de la mécanique chimique. La première comprend la seconde moitié du siècle dernier et le commencement de celui-ci. Newton, Berthollet, Lavoisier et Laplace sont les principaux savants qui, pendant cette époque, se sont occupés de ces problèmes. Le résultat de leurs efforts est résumé dans ce principe général : toute réaction chimique accompagnée d'un dégagement de chaleur est une combinaison, et toute réaction qui absorbe de la chaleur est une décomposition.

Nous avons suivi avec un intérêt particulier l'exposé de la seconde phase. Quiconque n'est pas etranger aux recherches thermochimiques faites dans ces dernières années, et connaît l'interprétation que leur a donnée une école fort nombreuse et très importante, saura gré à M. Duhem de l'impartialité et de l'indépendance dont il fait preuve surtout dans cette partie de son ouvrage. Ainsi, en parlant du principe du travail maximum, il n'hésite pas à l'attribuer à M. J. Thomsen plutôt qu'à M. Berthelot, malgré les prétentions bien connues de ce dernier. Les raisons que M. Duhem allègue sont, nous semble-t-il, de nature à convaincre les partisans de M. Berthelot eux-mêmes. Mais ce principe soulève une question bien plus importante, c'est celle de sa valeur réelle. Avec beaucoup d'autres savants, M. Duhem nie l'universalité de cette loi si ardemment défendue par M. Berthelot. Il critique vivement les moyens inventés par le savant professeur de Paris pour maintenir à tout prix le principe du travail maximum, notamment l'intervention d'une énergie étrangère, surtout si l'on en vient à considérer comme énergie étrangère la chaleur fournie au corps. M. Duhem pense qu'avec une pareille explication, la loi, que toute réaction accomplie sans le secours d'une énergie étrangère dégage de la chaleur, revient à dire que toute réaction qui n'absorbe pas de chaleur en dégage.

Pour faire connaître la théorie moderne, M. Duhem commence par un exposé succinct des expériences de Henri Sainte-Claire Deville et de Debray sur le phénomène de la dissociation. Il montre ensuite comment ces recherches ont modifié profondément les principes de la thermochimie et conduit à la mécanique moderne. En effet, de nombreux cas de dissociation produits par une forte élévation de température, et surtout par l'étincelle électrique, se sont montrés en contradiction avec les lois reçues de la thermochimie. En voici quelques exemples, cités par M. Duhem. D'après les recherches de M. Hautefeuille, l'acide sélénhydrique se forme avec absorption de chaleur; or, comme le prouvent les recherches de M. Ditte, vers 400 à 500° cet acide se forme directement par la combinaison de ses éléments. L'oxygène, en se transformant en ozone, absorbe de la chaleur ; or, comme les expériences de MM. Troost et Hautefeuille le prouvent, à des températures très élevées l'oxygène se transforme spontanément, du moins en partie, en ozone. Ces exemples et d'autres encore montrent qu'à des températures élevées des composés exothermiques se détruisent, tandis

que des composés endothermiques se forment. Cette conclusion a été confirmée et généralisée par des considérations basées sur la thermodynamique. Depuis plusieurs années déjà, des chimistes distingués avaient signalé la correction qu'apporte en particulier le théorème de Carnot-Clausius aux considérations de la thermochimie. Sous ce rapport, le chapitre XI du livre de M. Duhem sur *Le déplacement de l'équilibre,* et le chapitre XII sur *Les équilibres véritables et les faux équilibres,* présentent un intérêt particulier. C'est dans ces chapitres aussi qu'on trouvera la justification d'une proposition qu'on rencontre dans la préface de l'ouvrage et qui, à première vue, paraît paradoxale et pourrait induire en erreur. La voici : " Aujourd'hui nous savons qu'un composé endothermique est un composé qui *se forme* d'autant plus aisément que la température est plus élevée; qu'un composé exothermique au contraire *se dissocie* d'autant plus complètement que la température s'élève davantage. Le sens de cette proposition se comprend si on la rapproche de l'explication, donnée par l'auteur, de la dissociation de l'eau, de l'anhydride carbonique, de l'acide chlorhydrique, etc., ainsi que de la formation de l'ozone, de l'acide sélénhydrique et d'autres composés endothermiques à une température fort élevée. Du reste, ces observations, d'accord avec les conséquences de la thermodynamique, avaient été déjà signalées depuis longtemps par MM. Horstmann, van 't Hof, Gibbs et d'autres. Il nous semble cependant que, dans la forme concise sous laquelle elle est donnée dans la préface du livre, son énoncé devient inexact, et que l'auteur aurait mieux fait de l'omettre à cet endroit ou d'ajouter les restrictions apportées plus loin.

Le principe qui, d'après M. Duhem, renferme la mécanique chimique tout entière, est dû aux travaux de Clausius et de M. Horstmann; c'est le suivant : " Un système de corps, absolument isolé dans l'espace, est en équilibre si aucun des changements qui y pourraient survenir ne fait croître l'entropie. „ On le voit, c'est l'application du théorème de Carnot-Clausius à la chimie.

Nous terminons par une petite observation. Il nous est impossible d'approuver les idées sceptiques que l'auteur expose au sujet des hypothèses. Le chapitre VIII, qui traite des hypothèses mécaniques et des théories physiques, renferme plus d'une proposition à laquelle nous ne saurions souscrire.

M. Henri Sainte-Claire Deville, cité par l'auteur, avait déjà

pensé qu'il fallait renoncer à une *explication* des phénomènes naturels et se borner à une simple *classification*. Cette manière de voir, que M. Duhem semble approuver, non seulement dans l'ouvrage dont nous nous occupons, mais aussi dans d'autres publications et notamment dans deux articles publiés dans cette *Revue*, enlève à l'étude de la nature non seulement une grande partie de son intérêt, mais encore son véritable but.

Nous recommandons le livre de M. Duhem à tous ceux qui désirent acquérir quelque connaissance de la mécanique chimique moderne : l'exposé clair, simple et suffisamment complet des questions générales en fait un ouvrage de grande importance et du plus haut intérêt.

H. D. G.

VII

Principes de laiterie, par E. Duclaux. — Paris, Colin, 1893.

M. Duclaux, l'éminent professeur de Sorbonne qui, en 1887, avait déjà publié un livre sur le lait (1), vient encore d'enrichir la littérature scientifique d'un ouvrage de la plus haute valeur concernant ce même sujet. Dans ce petit volume (in-18 jésus, 370 pages) se trouvent condensées les connaissances théoriques que doit posséder toute personne qui s'intéresse au lait ou à ses dérivés soit au point de vue de l'hygiène, soit au point de vue industriel. L'auteur a voulu surtout, par la publication de ce livre, combler une lacune qui se note dans les autres ouvrages sur la matière, à savoir la pénurie d'explications relatives au rôle important que jouent les microbes dans les industries du lait. Aussi les ferments du lait, de la crème et du fromage tiennent-ils ici la première place; au contraire, on y rencontre relativement peu de détails concernant le côté mécanique ou technique de la question. Inutile de dire que, si tous les points n'ont pas reçu le même développement, tous sont traités avec une égale compétence. L'ordre adopté est le suivant : constitution physique et chimique du lait, les microbes ou ferments du lait, méthodes d'analyse du lait, traitement commercial du lait; — écrémage et barattage; le beurre; — les fromages.

(1) *Le Lait; études chimiques et microbiologiques*, par E. Duclaux; Paris, Baillière.

Il est, dans l'étude du lait et de ses dérivés, un point de vue particulièrement intéressant pour tous : c'est celui des qualités ou caractères auxquels on peut reconnaître si ces denrées sont aptes à remplir dans l'alimentation le rôle qui leur est assigné, en même temps qu'incapables de nuire à la santé. Relevons dans l'ouvrage de M. Duclaux, pour les résumer succinctement, les indications se rapportant à cet ordre d'idées.

En ce qui concerne le lait, une remarque importante doit être faite au préalable.

On a trop souvent considéré le lait comme une substance, en prenant le mot dans son sens philosophique, c'est-à-dire comme ayant une existence propre et des propriétés constantes. Il n'en est pas ainsi. Le *lait* n'existe pas; il n'y a que des *laits*. De très bons laits peuvent différer les uns des autres par la race, par l'âge ou l'individualité de l'animal qui les a fournis, par la période de lactation à laquelle ils ont été récoltés, par l'heure et le moment de la traite, par le temps écoulé entre le moment de la traite et celui de l'étude, par la nature et la proportion des êtres microscopiques qui l'habitaient au moment où l'on en a examiné les propriétés.

La composition du lait de vache normal varie dans les limites ci-après :

	Minimum.	Moyenne.	Maximum.
Matières fixes totales (extrait)	10,5	13,0	17,5
Caséine	2,3	3,5	7,0
Beurre	2,7	4,0	6,5
Sucre de lait (lactose) . . .	3,0	5,0	6,0
Sels	0,1	0,5	0,9

Pour s'assurer entièrement de la richesse d'un lait, de sa teneur normale en principes nutritifs, il faut procéder à une analyse complète. Si l'on veut se contenter d'indications approximatives, d'éléments de présomption, on les obtiendra à l'aide d'essais sommaires.

Dans l'analyse complète du lait, on dose :

a) L'extrait sec, par évaporation au bain-marie;

b) La matière grasse, par épuisement du résidu d'évaporation au moyen d'éther ou de sulfure de carbone;

c) Les cendres, par évaporation et incinération ;

d) Le sucre de lait, au moyen de la liqueur de Fehling, après séparation de la crème;

e) La caséine, par différence.

Des procédés moins sûrs et moins exacts sont utilisés pour des analyses sommaires et rapides.

a) Observation du degré d'opacité. — Divers instruments (lactoscopes) ont été proposés dans ce but. On reconnaîtra immédiatement qu'il est fort difficile de juger un lait d'après son opacité, si l'on note que cette proprieté dépend à la fois de la richesse en matière grasse, de la grosseur moyenne des globules gras, de la caséine en suspension, du degré d'acidité qui augmente ou diminue la grosseur des grumeaux flottants de cette caséine, etc.

b) Mesure de l'épaisseur de la couche de crème qui se forme par le repos. — On se sert habituellement à cet effet du crémomètre de Chevallier. Après vingt-quatre heures, l'épaisseur de la couche de crème varie de 9 à 12 p. c. du volume total du liquide. Mais cette épaisseur n'est nullement proportionnelle à la quantité de matière grasse; elle diminue à mesure que la température s'élève; en outre, toute la crème ne monte pas en vingt-quatre heures, la vitesse d'ascension dépendant de la grosseur moyenne des globules gras et de l'état plus ou moins muqueux de la caséine en suspension; enfin, pour des quantités égales de crème, l'épaisseur qu'elle forme à la surface n'est pas toujours la même. D'autre part, la lenteur de l'opération est, dans certains cas, un grave inconvénient.

c) Mesure de l'épaisseur de la couche de crème qui se forme dans les appareils centrifuges, au voisinage de l'axe de rotation. —La crème est ici mieux rassemblée, plus compacte, plus uniformément tassée que dans le crémomètre; sa mesure donne des indications plus précises. L'opération est rapide. Toutefois ces appareils laissent subsister la cause d'incertitude tenant à ce que tous les laits ne se prêtent pas avec la même facilité à la migration et au rassemblement de la matière grasse. De plus, quand la crème est réunie, elle est souvent mélangée de pellicules de caséine qui en augmentent le volume et rendent incertaine la ligne de séparation d'avec le lait.

Pour éviter toute irrégularité de ce chef, de Laval dissout au préalable la caséine par addition d'un acide, et il soumet le lait à l'action d'une température suffisante pour faire fondre la matière grasse.

d) Dissolution de la matière grasse du lait dans un liquide approprié, qui se sépare en entraînant avec lui ladite matière; mesure du volume ou de la densité de la couche ainsi séparée, ou encore pesée du résidu d'évaporation de cette couche. — Les

procédés de Marchand, d'Adam et de Soxhlet sont basés sur ce principe; ils fournissent, surtout les derniers, des résultats assez approximatifs.

e) Mesure de la densité à 15° C. — Elle s'effectue généralement au moyen du lactodensimètre de Quévenne. La densité d'un lait est la résultante de la superposition des influences contraires de la matière grasse qui la diminue, du sucre de lait, de la caséine et des sels qui l'augmentent. Le chiffre de la densité ne dit donc rien sur la proportion de ces divers éléments, ni même sur leur quantité totale; de plus, cette densité varie normalement dans des limites trop larges pour qu'on puisse tabler sur sa moyenne.

La densité normale du lait entier est de 1,029 à 1,034; celle du lait écrémé, de 1,032 à 1,036.

L'addition de 10 p. c. d'eau à un lait fait tomber sa densité de 3 millièmes seulement; de sorte qu'un lait de densité égale à 1,034, par exemple, peut être additionné de plus de 15 p. c. d'eau sans que sa densité soit abaissée au-dessous du minimum 1,029 et qu'on puisse reconnaître la fraude, à moins d'établir la comparaison entre le lait suspect et du lait normal de la même origine et de la même date à peu près.

D'autre part, l'écrémage complet, dans le cas d'un lait à 4 p. c. de matière grasse, augmente la densité de 3 millièmes. La compensation se fait entre 1 p. c. de beurre et 2,5 p. c. d'eau. On peut donc écrémer un lait riche et y ajouter environ 25 p. c. d'eau, sans que l'on puisse déceler sûrement la falsification par la prise de densité; aussi ce genre de fraude est-il des plus communs.

Toutefois, on peut être mis sur la voie de falsifications grossières en prenant, non seulement la densité du lait suspect, mais aussi celle du même lait après écrémage. S'il y a eu soustraction de crème, la différence des densités est faible, de 1 à 2 millièmes tout au plus; s'il y a eu à la fois soustraction de crème et addition d'eau, la densité reste en dessous de 1,032.

Le lait doit, non seulement avoir une teneur normale en éléments nutritifs, mais encore être exempt de corps nuisibles.

Les principes nuisibles pouvant se trouver dans le lait sont principalement certains microbes ou les produits qu'ils élaborent.

Le lait est privé de microbes quand il provient d'une mamelle saine; mais le lait du commerce est toujours contaminé. Les germes des microbes qui l'habitent dès le moment de la traite sont empruntés au pis, dont ils couvrent la surface extérieure, et dans les conduits duquel ils pénètrent jusqu'à une certaine profondeur. Ils sont empruntés aussi à la main de l'opérateur,

aux vases à lait, aux nombreux débris qui tombent dans le vase où se fait la mulsion.

Une fois ensemencé, le lait se peuple rapidement; les bactéries s'y multiplient avec une rapidité prodigieuse. Le lait subit en même temps diverses fermentations. Les unes portent sur le lactose : fermentation alcoolique, fermentation acide ou lactique (occasionnant la coagulation de la caséine), et fermentation butyrique. Les autres donnent lieu à la décomposition de la caséine. Enfin certaines fermentations spéciales sont caractérisées par la production de lait bleu, de lait rouge, de lait jaune, de lait filant, de lait amer, etc.

Ces fermentations dénaturent le lait, le rendent impropre à la consommation. Il en est ainsi notamment de la fermentation lactique, la plus fréquente de toutes : l'acidité qui en résulte occasionne des troubles digestifs.

Certains microbes donnent naissance, en vivant dans le lait, à des produits toxiques encore mal définis, mais très dangereux.

Enfin le lait peut renfermer des microbes pathogènes, germes de maladies contagieuses provenant soit de personnes qui manipulent ce liquide (typhus, scarlatine, diphtérie, etc.), soit des animaux producteurs eux-mêmes (tuberculose).

L'analyse microbiologique du lait est une opération délicate qui ne peut s'effectuer couramment. A défaut de ce moyen de contrôle, le consommateur et les autorités chargées de veiller aux intérêts de l'hygiène publique doivent se borner, d'une part à rejeter le lait dont les caractères organoleptiques, physiques ou chimiques trahissent l'altération, d'autre part à exiger des laitiers qu'ils prennent les précautions nécessaires pour empêcher l'invasion et la pullulation des microbes : retrait de la circulation du lait de bêtes malades, soins minutieux de propreté, isolement de tous foyers de contamination, réfrigération du lait.

On doit aussi favoriser la pratique de la pasteurisation ou de la stérilisation industrielle du lait.

Déjà par la pasteurisation (chauffage à 70° pendant une demi-heure) on détruit ou tout au moins on rend inertes, non seulement les ferments lactiques, mais aussi les microbes pathogènes que l'on est le plus exposé à rencontrer dans le lait : les bacilles de la fièvre typhoïde et de la tuberculose, le microbe de la pneumonie, les germes encore inconnus de la scarlatine et de la variole.

La stérilisation ou la destruction totale des microbes et de leurs spores s'obtient à l'aide d'une température plus élevée, soit en chauffant à 105-110° ou au delà, pendant 5 minutes, soit en

portant le lait à plusieurs reprises et le maintenant chaque fois pendant un temps assez long à des températures croissantes, atteignant finalement 100°. L'inconvénient des hautes températures est de communiquer au lait un goût de cuit plus ou moins prononcé, suivant le mode opératoire adopté.

Le moyen le plus sûr, pour le consommateur, de se mettre à l'abri de l'action néfaste des microbes pouvant se rencontrer dans le lait, c'est, comme on le sait, de faire bouillir celui-ci plusieurs fois pendant un temps assez long avant de l'utiliser pour l'alimentation.

Il y a aussi lieu de vérifier si, pour empêcher l'altération du lait, le marchand n'y a pas ajouté des agents de conservation, tels que le carbonate sodique, le borax ou l'acide borique, substances qui sont toutes plus ou moins nuisibles à la santé.

Pour ce qui est du beurre, il y a lieu surtout de rechercher s'il ne renferme pas, par suite d'une préparation défectueuse, une proportion trop forte des autres éléments du lait: eau, caséine et lactose; si on n'y a pas ajouté une quantité excessive de sel; si on n'y a pas mélangé des matières grasses étrangères (oléo-margarine); enfin s'il n'est pas altéré par rancissement.

La teneur en eau ne doit pas dépasser 15 p. c. On en trouve parfois 20 p. c. et plus, surtout dans les beurres salés. Cette dernière proportion doit être considérée comme la limite extrême de la tolérance que l'on peut admettre. L'eau est dosée soit directement, en la séparant du beurre par la fusion, avec ou sans intervention de la force centrifuge, soit indirectement, par différence, en desséchant le beurre sous l'action de la chaleur.

Le beurre bien préparé ne retient en moyenne que 0,6 p. c. de caséine et autant de sucre de lait. On procède rarement au dosage spécial et direct de ces corps.

Pour la conservation du beurre, on y ajoute fréquemment 5 p. c. environ de sel. Le sel est dosé volumétriquement en solution aqueuse au moyen du nitrate argentique.

Les matières grasses étrangères se distinguent généralement du beurre par leur constitution chimique.

Par saponification, 100 parties de beurre donnent en moyenne, en se combinant avec les éléments de l'eau :

Acides gras fixes (stéarique, palmitique, oléique) .	86,5 à 87,5
— volatils : butyrique caproïque, caprylique et caprique	8,0 „ 7,0
Glycérine	12,5
Total	107,0

Les matières grasses étrangères contiennent, en général, 95 à 96 p. c. d'acides gras fixes (soit 8 p. c. de plus que le beurre) et 0,5 p. c. ou moins encore d'acides gras volatils par distillation. On peut donc, pour la recherche des matières grasses étrangères, procéder au dosage des acides gras fixes : c'est la méthode de Hehner et Angell. On peut aussi doser les acides gras volatils : à cet effet, Reichert et Meissl se bornent à distiller, jusqu'à concurrence d'une fraction constante du volume total, le liquide contenant à l'état de liberté les acides gras de 2,50 ou 5 grammes de beurre, et à noter le nombre de c. c. d'alcali déci-normal nécessaire pour saturer le distillat ainsi obtenu; M. Duclaux multiplie le nombre de c. c. d'alcali employés par un coefficient, afin de connaître la quantité totale d'acide volatil contenu dans l'appareil distillatoire, et il exprime le résultat en acide butyrique p. c. Malheureusement certains beurres donnent plus de 87,5 p. c. d'acides gras fixes et moins de 7 p. c. d'acides gras volatils, si bien que l'addition d'une faible proportion de matières grasses étrangères ne peut pas toujours être décelée par les méthodes précédemment citées.

Les acides gras fixes, dont la proportion est relativement forte dans les matières grasses étrangères, ayant un poids atomique élevé, exigent pour se saturer une quantité moins grande d'alcali que les acides volatils particulièrement abondants dans le beurre. Heintz et Köttstorfer ont noté qu'en opérant sur 1 gramme de matière grasse, les acides absorbent $0^{gr},227$ en moyenne de potasse s'il s'agit de beurre, et $0^{gr},199$ en moyenne pour le suif. Mais ici encore les chiffres ne sont pas constants. D'ailleurs il n'est pas certain que les savons formés par les acides gras fixes soient des sels neutres et, dès lors, la quantité de potasse combinée n'est pas nécessairement en rapport avec la quantité d'acides gras.

Quant aux fromages, M. Duclaux, pas plus que les autres auteurs, n'en définit nettement la composition et les caractères normaux. On est habitué, du reste, à considérer ces produits comme étant de constitution plus ou moins arbitraire, et l'on ne se préoccupe guère de se mettre en garde ni contre les falsifications qui en diminuent la valeur alibile, ni contre les altérations qui les rendent nuisibles à la santé.

J.-B. André.

VIII

De Paris au Tonkin a travers le Tibet inconnu, par Gabriel Bonvalot. Ouvrage contenant une carte en couleurs et cent huit illustrations gravées d'après les photographies prises par le prince Henri d'Orléans. — Grand in-8° de 510 pp. — Paris, Hachette, 1892.

Le voyage du prince Henri d'Orléans et de M. Bonvalot, auxquels se joignit le R. P. De Deken, de la mission d'Ili ou de Kouldja et actuellement au Congo, date de trois ans (1). Partis de Paris en juillet 1889, les explorateurs y rentrèrent au commencement de 1891.

M. Bonvalot ne fait que citer les premières étapes de l'expédition : Moscou, Nynii-Novgorod, la chaîne de l'Oural, Tioumen, Omsk, Semilapatinsk, Djarkent et Kouldja, qu'on quitta le 12 septembre. C'est le point de départ proprement dit de l'exploration.

On traversa d'abord la fertile vallée de l'Ili. [La rivière est formée au nord-est de Mazar, par la jonction de trois torrents, le Tekes, le Koungouz et le Kach au courant violent. Elle se perd dans le lac Balkach.] Le campement fut établi le 18 septembre à Timourlik, sur les bords du Kounrez, et on pénétra de là dans la vallée giboyeuse du Tsakma. [La traversée de la passe caillouteuse du Kaptchi-gai (Tian-Chan) s'effectua le 29 septembre. La passe, très étroite et sillonnée par une petite rivière, n'a pas moins de 2 lieues de longueur.]

Au delà du Ghadik, qui dévale du Tian-Chan et se jette dans le lac de Karachar après s'être ramifié sur une surface considérable, la caravane atteignit Kourla le 5 octobre. Kourla est une petite ville située dans une belle oasis que fertilise le Kontché Darya.

L'itinéraire de Carey et du général Prjévalsky fut suivi pour arriver au Lob Nor. On franchit le Tarim. Il a des berges trop basses pour diriger son cours. A tout instant il déborde ou mieux il s'étale, créant des étangs et des lacs en mille endroits. Ses

(1) Le P. De Deken a commencé la publication de son voyage dans les Missions de la Chine et du Congo, du n° 29, juin 1891, p. 453. au n° 54, juillet 1893, p. 284. Il s'y trouve quelques données intéressantes que nous croyons utile d'intercaler dans le compte rendu du travail de M. Bonvalot. Ces données sont mises entre crochets.

eaux sont limpides, sa largeur de 15 mètres et sa profondeur insignifiante dans le voisinage du Lob Nor.

Les voyageurs firent une longue halte dans l'oasis de Tcharkalik, où ils furent heureux de trouver en abondance des melons, des pêches et des raisins.

Le P. De Deken et le prince voulurent mettre leurs loisirs à profit pour tenter une excursion au Lob Nor, ou mieux au défunt Lob Nor, dont le Tarim était le grand tributaire. En 1876, lors de la première visite de Prjévalsky à Abdallah, le village se trouvait sur les bords mêmes du lac; celui-ci était déjà à deux lieues plus à l'est en 1885. Quatre ans plus tard, les explorateurs pouvaient dresser la tente au centre même de ce qui fut une petite mer. Il ne restait plus, çà et là, le long du cours du Tarim, que quelques espaces inondés, dont le plus étendu est le Kara-Bourane; il est situé entre Lob et Tchaï, et parfois profond d'un mètre. L'appellation de Lob Nor ne doit donc plus s'entendre d'un lac, mais de toute la partie marécageuse de la contrée arrosée par le Tarim depuis le village de Lob jusqu'au point où la rivière se perd dans le sable. [Pour s'assurer de la destinée des eaux du Tarim à leur sortie du Kara-Bourane, les explorateurs le descendirent en barques. A une largeur de 30 mètres correspondait une profondeur de 8 à 10 mètres; celle-ci se réduisit bientôt à 4 mètres. Puis la rivière se divisa en trois branches, qui dégénérèrent en une foule de ruisseaux absorbés par les sables. A Eutai, à l'extrémité du territoire occupé jadis par le Lob Nor, le Tarim se réduit à un mince filet d'eau.]

L'eau de la rivière n'est pas salée; en revanche celle des étangs, formés sur des terres salpêtreuses, est saumâtre.

Comment expliquer la disparition rapide du Lob Nor? Le Turkestan chinois pacifié, les habitants s'adonnèrent à la culture. Pour irriguer leurs terres, ils captèrent les eaux du Tarim au moyen de multiples canaux. L'apport du Tarim diminuant, la filtration dans le sol et l'évaporation causée par le soleil ne furent pas compensées. Le volume du Lob Nor alla décroissant; des étangs se formèrent et se desséchèrent ; les roseaux furent envahis par le sable qui insensiblement chassa les habitants vers Tcharkalik. L'on peut prévoir le temps où la région appelée Lob Nor ne pourra plus être distinguée du désert, au milieu duquel elle s'avance maintenant comme un mince ruban de verdure qui se déroulerait de l'ouest à l'est sur une longueur d'environ 200 kilomètres (1).

(1) Bonvalot, pp. 109-110.

Pour aborder le Tibet et se diriger vers Lhaça, les voyageurs pouvaient suivre le " chemin des Kalmouks „, c'est-à-dire la route du Tsaïdam, pratiquée par les PP. Huc et Gabet et ensuite par Prjévalsky (elle rejoint la route du Koukou Nor), ou bien le " vieux chemin „, plus direct et plus court, indiqué par Carey dans le récit de son voyage que publièrent les *Proceedings* de la Société de géographie de Londres. Le chemin de Carey, pour lequel on opta, emprunte le Kizil Sou, rivière qui se trouve au delà de la chaîne montagneuse aperçue par Prjévalsky et appelée par lui Colombo, en mémoire de Christophe Colomb.

[Le 17 novembre, on se mit en marche et l'on entreprit l'ascension de l'Altin-Tagh, un rameau des monts Kouen Lun. Il se compose de trois immenses gradins superposés, à chacun desquels donne accès une gorge ou passe resserrée entre des hauteurs.

La première passe, l'*Averasse,* est pratiquée dans des parois à pic hautes de 200 mètres. La seconde, abordée le 23 novembre et franchie non sans peines au bout de huit heures, est le *Koundavan,* ou Passe de sable, d'une altitude de 3000 mètres. Enfin la traversée de la troisième, plus mauvaise que les deux précédentes, le *Tashdavan* ou Passe de pierres, exigea deux jours. A son sommet, par 5200 mètres au-dessus du niveau de la mer, les explorateurs éprouvèrent les premières atteintes du " mal de montagnes. „

Jusque près de Lhaça, la caravane ne campera jamais au-dessous de 4000 mètres, mais souvent au delà de 6000 mètres d'altitude. Pendant ce long trajet, le thermomètre marquera — 30° et parfois — 40° C, et tout semblera conspirer pour détourner les voyageurs du Tibet et de la citadelle du bouddhisme : les montagnes, les glaces, le froid, la tempête, le désert absolu.

Les monts Colombo, 5750 mètres, furent escaladés le 11 décembre par la passe d'Ambane Achkane, et plus au sud on vit le " Lac qui ne gèle pas „, ainsi nommé de la quantité de sel qui sature l'eau et empêche sa congélation. C'est la limite des explorations Carey et Prjévalsky.]

L'inconnu commença donc pour Bonvalot et ses compagnons, qui eurent le rare bonheur de trouver la fameuse route conduisant au Tibet méridional, soupçonnée seulement par le voyageur anglais. On passa successivement par le Col du Vent, la Passe du Requiem (monts Prjévalsky), le 22 décembre dans le voisinage du mont Ferrier (7000 mètres), puis près du volcan Reclus, du

pic et du volcan Ruysbroeck, le moine franciscain qui vint en Chine par terre, au temps de saint Louis, et paraît avoir pénétré jusqu'à Lhaça. On fit l'ascension de montagnes de plus en plus hautes, généralement à l'altitude de 5000 à 6000 mètres : les monts Crevaux, l'énorme masse dentelée des monts Dupleix, entassement confus de croupes neigeuses et de pics glacés. A portée du regard se dressaient des crêtes neigeuses d'environ 8000 mètres.

Heureusement il y avait de nombreux étangs et petits lacs, dont les glaçons servaient à l'abreuvage du personnel et des animaux de la caravane.

Par 5400 mètres d'altitude, — 29° C. et au milieu des neiges, on constata la présence de singes gris-brun, à queue très courte.

Le 4 février, au delà d'une passe de 4800 mètres, on arriva au " Bourbentso ", vaste saline enfoncée dans la chaîne de montagnes de Bourbentso Ré et enveloppant un reste de lac. Dix jours plus tard, les explorateurs se trouvaient à leur deuxième grande étape (la première était le Lob Nor) : le lac Tengri Nor, appelé par les Tibétains Namtso ou " Lac du ciel ".

Le Tengri Nor est marqué sur les cartes, grâce aux travaux du pandit anglais Naïn Singh, mais n'avait jamais été visité par aucun Européen. Son altitude est de 4693 mètres, d'après le pandit, de 4670 mètres d'après Bonvalot. [Il a environ 16 lieues de longueur sur 4 de largeur. Sa pointe ouest est semée d'îlots.] Sur ses rives giboyeuses, se trouvent quelques sources chaudes et salées. La partie méridionale du lac est dominée et alimentée par la chaîne de Ningling Toula. Cette chaîne fut franchie le 16 février, au col de Dam (5650 mètres d'altitude), éloigné de 12 lieues de Lhaça, la capitale mystérieuse du bouddhisme lamaïque. On y campa jusqu'au 7 mars, [après avoir pris part le 20 février aux festivités du premier jour de l'an tibétain, qui est suivi de cinq autres jours de réjouissance.

C'est par erreur que des géographes en chambre voient tout le Tibet septentrional couvert de neiges éternelles, du Lob Nor au Tengri Nor. D'après les observations faites au cours du voyage, elles ne sont perpétuelles que sur les sommets dépassant 5700 mètres. Partout ailleurs on ne les trouve, même en hiver, que là où des lacs et des marais imprègnent l'air d'assez d'humidité pour créer des brouillards et des nuages qui se résolvent en neige. A peine tombée, elle est balayée par les vents d'ouest et amoncelée dans les gorges de l'est où elle ne fond qu'en été.

Cette première erreur en a engendré une seconde. Si le pas-

sage à travers le Tibet septentrional est impossible, ce doit être surtout en hiver. Or c'est le contraire qui est vrai. Voici de quels arguments les membres de l'exploration Bonvalot étayent leur thèse :

1° L'eau potable est bien rare sur le plateau tibétain. On y supplée pendant l'hiver en emportant de la glace prise aux sources non salées.

2° Les lacs et les marais sont nombreux. Il faut faire d'immenses détours pour les contourner en été, tandis qu'on les franchit aisément sur la glace en hiver.

3° Les tempêtes doivent être plus terribles l'été que l'hiver. Il semble en effet que plus le soleil donne de chaleur, plus vifs sont les courants atmosphériques et plus rageuses les bourrasques.

La faune spéciale du Tibet septentrional est riche. Hémiones, yacks, antilopes, chevreuils, loups, renards, lynx, rongeurs divers y abondent. Les oiseaux chanteurs sont très rares, mais les rapaces sont représentés par l'aigle et le vautour. Les coracinés n'ont guère pour représentant que le corbeau de la steppe.]

Après avoir changé deux ou trois fois de campement, les explorateurs se remirent en marche le 4 avril. Les autorités de Lhaça, où il fut impossible de pénétrer, avaient différé, pendant quarante-sept jours, l'autorisation de poursuivre le voyage vers Batang, la troisième grande étape. On suivit une route inconnue des Européens et des Chinois et par laquelle les Tibétains pratiquent la contrebande du thé. Cette route coupe plusieurs rivières, affluents des grands fleuves de la Birmanie et de l'Indo-Chine, et de nombreuses chaînes de montagnes, généralement orientées du nord au sud. Depuis le col de Dam jusqu'à Ta-tsien-lou, la colonne ne gravira pas moins de quatre-vingt-dix crêtes. Si la marche se passa sans encombre, on le dut en partie aux mesures prises par les lamas, mais surtout à l'indomptable énergie des explorateurs.

[Les tribus du Tibet oriental se divisent en trois classes. Les unes ne reconnaissent d'autre autorité spirituelle ou temporelle que celle de Lhaça. D'autres, s'étant révoltées contre les exactions des lamas, se sont mises sous l'autorité directe de la Chine. Quelques-unes enfin sont complètement indépendantes et n'obéissent ni aux Chinois ni aux Tibétains.] Or les recommandations données aux voyageurs et la présence même dans la caravane d'un lama ne leur furent d'un réel secours que chez les premières

tribus. Chez les autres, il fallut en imposer aux chefs et aux masses et recourir même plusieurs fois à un argument d'une éloquence exceptionnelle dans ces pays, le coup de poing.

Le 6 avril, la caravane s'arrêta, par 4700 mètres environ, sur les bords de l'*Ourtchou*. Il paraît que c'est un des trois affluents du Naptchou ou Salouen. Sa largeur varie ici de 50 à 100 mètres; aux grandes eaux, elle peut atteindre 150 mètres près de Tsa-tang. Plus en aval, la rivière pénètre dans la montagne qui la resserre et l'oblige à des méandres nombreux. Elle se ramifie après Gatine en formant plusieurs îles.

Après l'escalade de passes souvent difficiles, on arriva le 14 avril à So (3000 mètres d'altitude). La lamaserie est peuplée par 5000 lamas.

Pendant leur marche vers l'est, les explorateurs descendirent à 2750 mètres pour remonter à 4000, et même à 5300 mètres à la passe Dâla. Puis ils gravirent la chaîne de Djala, haute de 4500 mètres, et arrivèrent à Routchi, qui a des Alpes charmantes propres aux excursions avec billets circulaires. A partir de ce point d'ailleurs on se trouve dans le Tibet pittoresque.

La caravane s'arrêta, le 8 mai, à Lagoun, centre industriel où existe une fabrique de haches, pioches et outils en fer, et le lendemain, après une passe de 4750 mètres, à Landa, près du Giometchou. Il est large de 40 à 50 mètres et se fraie avec grand bruit un passage au milieu des rochers. Ses eaux forment avec le Satchou et le Sétchou la rivière de Tchamdo, qui prend beaucoup plus loin le nom de Mékong.

Le Satchou fut traversé le 14 mai, non loin de Koüoun. Il est très rapide et coule avec une vitesse d'au moins 6 kilomètres à l'heure entre de hautes berges. Sa largeur est de 80 à 100 mètres.

C'est à Tchangka que la caravane rejoignit la route des PP. Huc et Gabet, suivie plus tard par les PP. Renou, Faye et Mgr Desgodins, l'apôtre du Tibet. [On sortait de l'inconnu, après un parcours de 2500 kilomètres d'un trajet encore inexploré. Le 6 juin, la colonne effectua une énorme descente de 5 heures et n'était plus qu'à 1100 mètres d'altitude; elle traversa le Yang-tze-Kiang (Fleuve Bleu)] et arriva enfin à Batang. Les explorateurs furent reçus comme des personnages de distinction; mais ils durent aborder à Ta-tsien-lou, résidence des missionnaires français, pour être l'objet d'un accueil vraiment cordial. Ils y séjournèrent du 24 juin au 28 juillet.

En s'éloignant de Ta-tsien-lou, on quitta définitivement le

Tibet pour prendre la direction du Tonkin. On s'embarqua le 22 septembre, à Mongtzen, sur le Fleuve Rouge. Il avait été parcouru, depuis la frontière de Sibérie, à peu près 6000 kilomètres, soit à pied, soit à cheval. On rentra en France *via* Hanoï-Marseille. L'exploration n'avait coûté la vie qu'à deux serviteurs.

Nous ne croyons pas pouvoir mieux terminer ce compte rendu qu'en empruntant au P. De Deken (1) quelques vues d'ensemble relatives au Tibet. Elles ne sont peut-être pas tout à fait neuves, mais à combien ne sont-elles pas inconnues?

[Le trafic journalier se fait surtout par voie d'échange. Les marchandises venues de Chine, particulièrement le thé et la soie, sont payées en nature par les produits du Tibet : beurre, fromage, cuir, musc et laine. Ce commerce international est centralisé dans les mains des lamas, qui possèdent d'ailleurs presque tous les troupeaux de yacks porteurs. Toute l'épargne du pays va donc s'engouffrer dans des lamaseries d'une somptuosité inouïe, tandis que le petit peuple croupit dans une épouvantable misère.

En apparence, le gouvernement du Tibet est purement théocratique. Le *Talaï-lama,* chef suprême du bouddhisme lamaïque, est à la fois roi, pontife et dieu. Sa dignité le plaçant à une telle hauteur qu'il dérogerait en s'occupant lui-même du gouvernement temporel, il a sous ses ordres un *Noma-Kan,* ou vice-roi, lequel commande à son tour à six ministres et à une infinité de dignitaires inférieurs, choisis presque tous parmi les lamas. Comme correctif à ce pouvoir exorbitant, et le Tibet étant tributaire de la Chine, à côté du Talaï-lama et de ses agents siègent un ou deux généraux chinois, chargés de surveiller les agissements des premiers, et de leur transmettre, à l'occasion, les ordres du chef de l'empire.

La politique de la Chine à l'égard du Tibet s'inspire du principe posé par l'empereur Kang-hi, qui vivait au temps de Louis XIV : laisser aux indigènes le soin des affaires intérieures, et se réserver les questions internationales et la guerre... Ce programme flatteur n'est qu'un trompe-l'œil, car la cour de Péking a la haute main même dans les affaires purement religieuses. Ainsi lorsque le Talaï-lama vient à mourir, ou plutôt, d'après la doctrine lamaïque, à dépouiller son enveloppe de vieillard caduc pour renaître identique à lui-même dans un jeune enfant, les *Koutouktous,* c'est-à-dire les prélats les plus élevés en dignité, se réunissent bien en une sorte de conclave où, après avoir

(1) *Missions de la Chine,* etc., août 1892, p. 106.

jeûné et prié pendant huit jours, ils sont censés désigner et élire le futur pape du lamaïsme; mais toujours cependant, de l'urne d'or offerte à cet effet en 1792 par le gouvernement chinois, sort le nom imposé d'avance par la cour de Péking. Il y a plus : non seulement l'heureux élu ne peut entrer en fonctions que moyennant un diplôme signé par l'empereur; mais ce pape de commande, qui reçoit de Péking un plantureux traitement, ne peut, de même que ses ministres, apposer sur les actes de son administration que le sceau délivré par les délégués de l'Empire.]

Et maintenant, concluons en disant que le temps est loin où l'on représentait les " Célestes „ comme des magots ridicules; ils sont très forts en politique, et la diplomatie européenne ne saura jamais être ni trop vigilante ni trop énergique.

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

IX

La Province du Ngan-Hoei, par le P. Havret, S. J. — Brochure in-8° de 130 pages, avec 2 cartes hors texte. — Shanghaï, imprimerie de la Mission, 1893.

Pour faire suite à ses études de géographie chinoise, le R. P. H. Havret, missionnaire jésuite dans l'Empire du Milieu, vient de publier une petite monographie de la province du Ngan-Hoei avec deux cartes hors texte. Cette excellente brochure fait honneur à la mission des PP. jésuites de Shanghaï, sur les presses de laquelle elle a été imprimée par les enfants de l'orphelinat sous la direction du Fr. Hersent.

Cette brochure, rédigée pour répondre à un programme émis par la branche chinoise de la *Royal Asiatic Society,* est malheureusement renfermée dans le cadre assez étroit du programme, dont le texte est imprimé en tête. Commerçants avant tout, les Anglais désirent savoir surtout quelles sont les routes commerciales des diverses provinces de Chine, tant anciennes que modernes. Ils veulent connaître quel est leur état d'entretien, et quels sont les moyens de transport tant pour les voyageurs que pour les marchandises. Il faut dire aussi quel est le prix de revient du transport par charrettes, brouettes, portage à dos

d'hommes ou d'animaux, et quel genre de confort on peut trouver dans les auberges. Le P. Havret, tout en répondant avec détails à ce long questionnaire, a pensé avec juste raison qu'il y avait lieu de le compléter par des informations générales sur la géographie physique et politique, et les ressources de la province.

Le texte, imprimé avec les noms propres en caractères chinois, lui permet de montrer les erreurs de traduction faites par des auteurs ignorant le chinois et répétant les fautes commises par d'anciens écrivains. C'est ainsi que M. Élisée Reclus mal informé a traduit le nom même de la province Ngan-Hoei par " Bourgs pacifiques ", et M. Antonini, moins excusable puisqu'il est professeur de chinois à Paris, par " Société pacifique ". Trompé par la similitude des sons, il a pris le caractère *Hoei,* honorable, excellent, pour *Hoei,* association, ce qui ne lui serait pas arrivé s'il savait comme le P. Havret lire, écrire, et même comprendre le chinois parlé; car les deux caractères, bien que se prononçant tous deux Hoei, n'ont pas le même ton. La véritable et la seule signification du nom chinois du Ngan-Hoei est simplement " Province des villes de Ngan et Hoei ", abréviations de Ngan-king et Hoei-tchéou. Il est croyons-nous, inutile de chercher à traduire des noms propres chinois : on s'expose ainsi souvent à de graves erreurs, personne n'ayant d'ailleurs, que je sache, l'intention de reviser la géographie chinoise, en appelant par exemple Péking la " Capitale du nord ", ou Nanking " Capitale du sud. " La seule concession que nous pourrions faire aux géographes modernes serait de ne pas répéter les désignations. C'est ainsi qu'il conviendrait d'écrire le fleuve Hoang, au lieu d'imprimer le fleuve Hoang-Ho. puisque Ho signifie fleuve ; de même, c'est un pléonasme que de parler de la montagne sacrée du " Taï-Chan ", ces deux mots voulant dire « montagne Taï. " Le P. Havret évite cette coutume blâmable. et il écrit le fleuve Hoai et non le fleuve Hoai-Ho.

Ceci dit pour ceux qui veulent trop parler de la géographie d'un pays dont ils ne connaissent pas plus la langue que le terrain, nous allons donner un aperçu de la brochure très bien faite du savant missionnaire jésuite. Il donne d'abord quelques considérations générales sur la province du Ngan-Hoei, dont il estime la population actuelle à 25 millions, soit 200 par kilomètre carré (à peu près la même densité qu'en Belgique), puisqu'il lui attribue au moins 125 000 kilomètres carrés de surface. " La population est presque exclusivement agricole, vit dans l'indi-

gence, et lutte pour la vie au jour le jour comme celle des autres provinces. „ Cette misère est due à plusieurs causes : d'abord à l'excès de la population, à la lenteur des procédés de culture, à l'imperfection des outils, puis à l'incurie totale de l'administration impériale dans tous les degrés de la hiérarchie. L'industrie y est à peu près nulle, et seuls les habitants de Hoei-tchéou sont habiles dans le commerce.

L'auteur décrit les principaux cours d'eau, sujets à de fréquents débordements. Plusieurs d'entre eux, ainsi qu'un certain nombre de lacs qui figurent sur les anciennes cartes, ont aujourd'hui disparu. Il passe ensuite à la description des montagnes.

Un chapitre spécial est consacré à l'administration civile et militaire, et accompagné de tableaux indiquant les résidences des principales autorités.

Vient ensuite l'étude détaillée des communications intérieures, grandes routes, rivières, canaux, avec les moyens de transport et la nomenclature des principales denrées commerciales fournies par le pays ou provenant de l'extérieur. Pour les premières, ce sont surtout le thé, les bois de construction, l'encre de Chine, les travaux en bois verni. On y cultive le blé, le riz, l'orge, le sarrasin, le sorgho et le colza. On trouve bien dans les montagnes de l'or, de l'argent et du cuivre; “ malheureusement les préjugés superstitieux du *Fong-choei* s'opposent à l'exploitation régulière de ces trésors. „ Seule une mine de charbon est ouverte et fournit d'assez bon combustible aux vapeurs de la Compagnie chinoise de navigation dite *Tchao-chang-hsü;* elle se trouve près de *Tche-tchéou.* La culture du mûrier et l'élevage des vers à soie donne un revenu considérable aux habitants du Tsing-yang-hien. Ils vendraient chaque année pour 200 000 taëls (8 à 900 000 francs) de soie brute. La culture du pavot indigène fournit malheureusement de plus en plus d'opium aux gens du pays, qui en font un commerce grandissant chaque jour. Les autorités, qui retirent de gros profits de la taxe sur cette denrée, ferment les yeux sur cette infraction aux lois de l'Empire. On sait qu'officiellement la culture du pavot est absolument interdite; mais l'Empereur lui-même paraît ignorer; il s'y résigne d'autant mieux que la taxe remplit les coffres de son trésor.

Les mœurs sont assez dissolues, et la ville de *Yang-tchéou* a une réputation des moins enviables à ce point de vue.

Comme conclusion, l'auteur dit que la misère est grande dans la population rurale. Pour y remédier, il propose le reboisement des montagnes, l'exploitation des mines, la mise en culture de

quantités de terres en friche, l'élevage du bétail, le perfectionnement de l'outillage et des moyens de communication, l'extension de la navigation à vapeur, la construction de voies ferrées, l'honnêteté dans l'administration. On voit qu'il y a fort à faire, et on comprend que l'Empereur de Chine laisse percer sa tristesse dans le décret du 30 juin de l'année dernière.

A.-A. Fauvel.

X

Bornéo : *Its Geology and Mineral Ressources*, by Dr T. Posewitz, translated from the german by F. H. Hatch. — In-8° de xxxii-495 pp., avec 4 cartes et 19 gravures dans le texte. — Londres, Ed. Stanford, 1892.

Nous ne pouvons que recommander cet excellent travail à toutes les personnes qui désirent s'instruire sur la géologie, la minéralogie et tout particulièrement sur les ressources en métaux précieux et minéraux utiles, tels que l'or, le platine, les diamants, charbons et pétroles, que présente la grande île de Bornéo. Édité d'abord en allemand par le Dr Posewitz de Buda-Pesth, le volume intitulé *Bornéo, sa géologie et ses ressources minérales* vient de paraître à Londres, traduit en anglais par F. H. Hatch, et édité avec le soin et le luxe qu'apporte à tous les travaux géographiques la fameuse maison Ed. Stanford. Posewitz ayant longtemps résidé à Bornéo comme ingénieur des mines du gouvernement hollandais, n'a pas seulement étudié sur place les terrains qu'il décrit ; il a aussi dépouillé tout ce qui avait été publié jusqu'ici sur ce pays aussi peu connu qu'intéressant. Suivant une habitude excellente que devraient suivre tous les auteurs quelque peu scientifiques, il ne cite pas seulement ses sources au bas de chaque page, mais il donne encore au commencement du volume un catalogue bibliographique des plus complets de tous les ouvrages consultés.

On jugera de l'importance de cette liste quand nous aurons dit qu'elle ne comporte pas moins de 270 citations d'ouvrages, articles de revues, etc., touchant la géologie, la minéralogie et la géographie physique de Bornéo. On ne sera peut-être pas très étonné d'apprendre que, sur ce nombre, nous n'avons relevé que le chiffre insignifiant de 12 articles en langue française. Et

même, à l'exception d'un de M. Ch. Vélain, deux de M. Meyners d'Estrey, et deux de la plume de M. Ch. Antoine, du Dr Montano et L. Delavaud, soit six à peu près d'auteurs français (car M. Vélain ne fait que traduire un article de Posewitz), les autres sont écrits en français par des auteurs hollandais ou belges (Versteeg, Kan, de Bas, Delgeur, Peltzer), dans des revues hollandaises ou belges. On peut donc affirmer qu'il n'existe en France aucun livre sur la géologie de cette grande île. A vrai dire, les Anglais ne sont guère mieux partagés. Ainsi les neuf dixièmes des ouvrages étant en hollandais ou en allemand, cette traduction anglaise arrive à point pour remplir une lacune importante. A l'inverse de la plupart des ouvrages allemands, lourds et diffus, celui-ci est d'une lecture facile, grâce à l'ordre suivi dans les nombreux chapitres coupés de paragraphes ayant chacun leur titre et indiqués dans une excellente table, que l'auteur a placée à la suite de la bibliographie et au commencement de l'ouvrage, suivant la mode anglaise. Le volume serait parfait à ce point de vue, si l'éditeur avait pris le soin de le compléter à la fin par un index des très nombreux noms géographiques cités dans le texte.

Posewitz, après quelques lignes sur la découverte de Bornéo, sur sa géographie politique et l'histoire des recherches géologiques, aborde en un long chapitre l'historique des principales explorations, dont la lecture est facilitée par une grande carte. On y trouve l'itinéraire de dix-sept explorateurs, parmi lesquels Mme Ida Pfeiffer.

Dans un chapitre suivant, il décrit la géographie physique, puis la stratigraphie et la géologie des principaux terrains reconnus à Bornéo, anciens, récents ou en formation, comme les bancs de coraux. Il explique la raison d'être de ceux-ci sur une partie des côtes et leur absence sur l'autre. Ce chapitre se termine par des considérations intéressantes sur l'origine de l'île et les explorations de ses cavernes. La conclusion est que l'île a été autrefois rattachée au continent asiatique, et qu'on n'y rencontre qu'un seul volcan minuscule (70^m de hauteur). Une grande carte teintée facilite l'intelligence du texte en montrant les divisions politiques et la répartition des connaissances géologiques (parties bien connues, moins connues et inexplorées).

Après avoir ainsi décrit les différents terrains et leurs divers bassins, l'auteur aborde dans la troisième partie l'étude des minéraux utiles. Il débute avec l'histoire de la distribution des terrains carbonifères et des charbons qu'ils renferment. Chose remarquable, les houilles anciennes, ou du carbonifère propre-

ment dit, manquent ici comme dans presque tous les pays tropicaux. Les houillères de Bornéo sont dues au charriage par de grands fleuves, — dont le plus important, venant du continent d'Asie, aboutissait à l'île Labouan actuelle, — des débris végétaux d'immenses forêts. Les essences qui les composaient, comme elles le font encore aujourd'hui, appartenant à des arbres chargés de résine *(Diptérocarpées)*, les charbons de Bornéo d'âge miocène et éocène renferment une proportion considérable de résine jaune ou brune en lentilles ou en rognons de dimensions appréciables. Grâce à cela, ils sont d'un emploi difficile pour le chauffage des machines à bord des bâtiments. Ils encrassent rapidement les tubes, car ils donnent beaucoup de suie et d'escarbilles. Une carte géologique coloriée montre la répartition des principaux terrains, à savoir les schistes cristallins et les roches d'origine ancienne, le carbonifère, le crétacé, le tertiaire, les roches éruptives plus jeunes et le post-tertiaire (diluvium et alluvion).

Après avoir étudié les houilles, leur situation et leur valeur, Posewitz fait l'historique et la description des dépôts aurifères, très nombreux dans l'île. De même que pour les charbons, le texte est accompagné de dessins montrant les coupes géologiques et les instruments employés par les indigènes pour l'exploitation. Viennent ensuite l'histoire, la distribution et la description des dépôts diamantifères, avec quelques considérations sur les variétés, le prix et la production des diamants.

Le platine, l'antimoine, le mercure, fer, cuivre, plomb et zinc, étain, en un mot tous les métaux connus dans l'île sont étudiés de la même façon. Viennent ensuite les minéraux utiles : sel, arsenic, corindon, alun, salpêtre, pétrole, etc. Une carte très complète indique les gisements de tous ces produits naturels. Enfin un chapitre spécial, formant la quatrième et dernière partie de l'ouvrage, raconte l'histoire de chacune des mines ouvertes par le gouvernement, des compagnies particulières ou les indigènes.

Il serait difficile de faire un ouvrage plus complet, et celui-ci restera sans aucun doute comme le meilleur manuel de géologie et de minéralogie concernant l'île de Bornéo. Il mériterait certainement qu'un Français expert en ces matières en entreprît la traduction dans notre langue. Nous voulons espérer qu'elle ne se fera pas trop attendre, le public scientifique en France commençant à s'intéresser à la géographie, qui avant peu ne sera plus le monopole de nos voisins.

A.-A. Fauvel.

XI

THE LAND OF THE LAMAS, *Notes of a journey through China, Mongolia and Tibet*, by W.-W. ROCKHILL. — Grand in-8° de VIII-399 pp., avec 2 cartes et 61 illustrations. — Longmans Green and C°, éditeurs, Londres, 1891.

Les explorations du prince Henri d'Orléans et de M. Bonvalot dans le Tibet ont appelé l'attention du monde savant sur ce pays encore peu connu et dont la capitale Lhassa fait encore rêver tous les explorateurs. Depuis Huc et Gabet, les PP. missionnaires français qui y pénétrèrent en 1846, personne de race européenne ou américaine n'a pu y mettre le pied. L'explorateur russe Prjevalsky avait eu un moment l'espoir de réussir; comme tous les autres, il a été repoussé par les lamas. Un Américain, M. William Woodville Rockhill, a voulu relever le gant. Persuadé avec raison que la connaissance du tibétain pouvait seule lui permettre de réussir là où les autres avaient échoué, il se prépara longuement à une expédition sur Lhassa, en étudiant pendant quatre années à Péking la langue des lamas. Possédant déjà le chinois — il était secrétaire de la légation des États-Unis en Chine, — doué d'une volonté de fer et d'une patience de Céleste, entraîné par la pratique des voyages, il avait pris toutes les précautions possibles et avait foi dans la réussite. Laissant derrière lui tout le confort de la vie civilisée, sans autre escorte qu'un domestique chinois, presque sans bagages ou du moins n'en prenant avec lui que le strict nécessaire, il partit de Péking en décembre 1888. Habillé à la chinoise, vivant comme les Chinois tant qu'il se trouva sur le territoire du Fils du Ciel, il endossa le costume des tibétains et adopta toutes leurs coutumes quand il eut passé la frontière chinoise près de *Ta-lo-chúang* dans le Kansou nord-ouest. Il visita non loin de Hsi-Ning la fameuse lamaserie de Koumboum si bien décrite par Huc. Il ne put éclaircir la question si perplexe du fameux arbre sacré, dont toutes les feuilles portaient, au dire de Huc, des caractères tibétains. On était en hiver, et les feuilles sèches que lui vendirent les lamas étaient en trop mauvais état pour qu'il pût y reconnaître lesdits caractères. Plus heureux que lui, nous avons pu recueillir à Paris, de la bouche de Mgr Félix Biet, évêque missionnaire du Tibet, l'explication du soi-disant prodige. Un lama de Koumboum, en route pour Lhassa, étant tombé malade à Ta-chien-lou, y fut recueilli, guéri et con-

verti par l'évêque. En reconnaissance, il vendit le secret et expliqua à Mgr Biet comment pendant la nuit les lamas, armés d'une presse à main, frappaient les caractères de l'invocation boudhique *om mané padmé oum* (gloire à Bouddha dans le lotus) sur chacune des feuilles et même sur l'écorce des arbres sacrés de la lamaserie. On vend ensuite ces feuilles et l'écorce aux pèlerins, et ceci n'est pas un des moindres revenus du couvent. Naturellement l'arbre vu par Huc a succombé à ce traitement, et il a été remplacé par d'autres que le lieutenant Kreitner, le prince Henri et M. Rockhill ont pu voir et qui, d'après Kreitner, seraient des séringats *(Philadelphus coronarius)*.

Disons à ce propos que Prjevalsky a trouvé bon de jeter un doute sur la véracité du missionnaire catholique Huc, imitant en cela pas mal de nos compatriotes. Rockhill, bien que protestant, est plus juste, et il témoigne hautement de son admiration pour Huc dont il cite souvent le texte. " Jamais, dit-il, Huc n'invente ; il embellit fréquemment ;... cependant ses notes sur le peuple, ses coutumes, ses manières sont de grande valeur *(invaluable)*... En somme, son livre ne peut être trop loué, et s'il avait été convenablement édité et accompagné de notes explicatives, des accusations comme celles du colonel Prjevalsky n'auraient jamais pu trouver créance devant le public. „

Il est vrai de dire qu'à l'époque où parut le travail de Huc, on était loin des habitudes scientifiques des auteurs et des éditeurs modernes. A ce point de vue, le livre de Rockhill est documenté avec grand soin. Presque à chaque page nous trouvons d'excellentes notes bibliographiques renvoyant aux sources, expliquant les étymologies, et qui nous rappellent les excellents travaux du colonel Yule sur Marco Polo. Deux cartes et des suppléments renfermant des notes spéciales, des traductions de documents tibétains, des extraits des livres bouddhiques, des syllabaires et autres renseignements philologiques, ajoutent encore à la valeur de cet excellent ouvrage qui vient compléter ceux déjà si intéressants publiés par A. Hosie sur le *far-west* chinois et par Pratt sur les environs de *Ta-chien-lou*. Le dernier était avant tout un naturaliste, tandis que Rockhill est un linguiste doublé d'un observateur consciencieux des mœurs et coutumes. Il est regrettable qu'il n'ait pu ramasser au Tibet des collections d'histoire naturelle. Elles auraient été fort utiles pour compléter celles qui ont été réunies par le prince Henri d'Orléans, dont la route fut toute différente de celle de Rockhill.

A propos de routes, il est également regrettable que

M. Rockhill ne nous ait pas donné plus de détails sur celles qu'a suivies dans le Tibet du nord au sud et de l'ouest à l'est, comme il le dit, le pundit indo-tibétain Kishen Singh, dont les Anglais dissimulent le nom sous les initiales A.-K. L'auteur de *La Terre des lamas* critique avec raison la conduite des Anglais, qui eussent comblé d'honneurs et fait connaître au monde tout voyageur de leur nation qui eût fait la dixième partie de ce qu'a accompli cet obscur explorateur pendant son merveilleux voyage de quatre ans et demi. En gens aussi pratiques que peu aimables envers leurs employés, les fonctionnaires du gouvernement donnent à des Indiens ou à des Indo-tibétains une certaine instruction géographique, puis il les envoient explorer le Tibet où eux-mêmes ne peuvent mettre le pied : tels Nain Singh, le lama Urjyen Jyatro, Sarat Chandra Das, Kishen Singh.

Grâce à Mgr Biet, qui a recueilli ce dernier à son arrivée à Ta-chien-lou et lui a fourni le moyen de regagner l'Inde, nous pouvons compléter un peu ce que nous en dit Rockhill et communiquer à nos lecteurs des faits encore peu connus.

Kishen Singh, natif de Kumaon dans le Tibet britannique, et parlant un tibétain fort pur, fut choisi par le gouvernement anglais pour une expédition à Lhassa et dans le Tibet, sur lequel on désirait avoir des connaissances plus approfondies. Suffisamment instruit et muni des instruments nécessaires, sextant, baromètre, thermomètre, boussole, etc., il cacha tout cela dans un rouleau d'étoffe de laine *(poulo)*, et déguisé en pèlerin gagnant sa vie à quêter et à tourner le moulin à prières, il alla de Darjeeling à Lhassa. Il y passa deux mois, relevant les hauteurs et la situation des principales lamaseries. Malheureusement son sextant lui fut volé; craignant d'être condamné à mort si on découvrait en haut lieu que cet instrument lui appartenait, il s'échappa de la Rome bouddhique et se rendit au Tengri-Noor en Mongolie, traversant le Tibet du sud au nord. De là il fit route sur le Tsing-haï ou lac Kokonoor, puis arriva à Hsi-Ning en suivant les caravanes. Dans cette ville, il s'engagea comme muletier d'un marchand tibétain et arriva ainsi à Ta-chien-lou, ayant soigneusement relevé sa route à travers le Dogé (1).

Extrêmement fatigué de cette vie errante menée pendant trois ans et demi, il se fit connaître à Mgr Biet en lui faisant secrètement passer sa carte. Il désirait rentrer dans l'Inde en gagnant Canton. On lui fit remarquer qu'il ne pourrait plus gagner sa vie

(1) Rockhill, qui a possédé la carte dressée dans l'Inde d'après ces travaux, l'a trouvée remarquablement exacte.

sur cette ligne en lama mendiant et qu'il courrait en outre certains dangers de la part des Chinois. Il accepta le conseil de l'évêque, qui lui indiqua comme plus facile de gagner l'Assam par le Zayul en se joignant à une caravane chinoise. C'est ce qu'il fit sans peine, grâce à quelque argent que l'évêque lui donna. Celui-ci apprit quelque temps après que Kishen Singh avait réussi et était arrivé à Calcutta, où le gouvernement anglais lui remit 20 000 roupies pour le récompenser de ses travaux. Malheureusement la transcription des noms tibétains sur la carte qu'on dressa au moyen de ses notes est si mal faite, que Rockhill, qui la possédait, eut le plus grand mal à les identifier; quant aux gens du pays, aucun ne pourrait les reconnaître sous leur déguisement.

Depuis, M. Rockhill a essayé à nouveau de pénétrer à Lhassa ; quoiqu'il fût si bien déguisé en lama que les missionnaires eux-mêmes eurent peine à le reconnaître pour un Américain, il ne fut pas plus heureux, et, dégoûté du Tibet, il a complètement renoncé à un projet où il avait déjà risqué en vain deux fois sa vie.

A.-A. Fauvel.

XII

Dictionarium sinicum et latinum, *ex radicum ordine dispositum, selectis variorum scriptorum sententiis firmatum ac illustratum ;* auctore P. S. Couvreur, S. J. — In-8° de xiv et 1200 pages à deux colonnes. — Ho-Kien-Fou (China), ex Missione catholica S. J., 1892.

Il y a trois ans, le R. P. Séraphin Couvreur, déjà connu par son *Dictionnaire français-chinois* et son *Cours de conversation chinois-anglais-français,* éditait sur les presses de la mission catholique des jésuites au Tché-li sud-est, à Ho-Kien-Fou, un volumineux *Dictionnaire chinois-français* in-4° de 1099 pages à trois colonnes. Il contenait la traduction de 23 747 caractères chinois et pouvait lutter d'intérêt avec le très considérable, mais rare et dispendieux ouvrage d'un des missionnaires en Chine, le Père Basile de Glemona, que de Guignes s'appropria pour le publier sous son propre nom en 1813 avec 13 933 caractères. Cet ouvrage, à peu près introuvable aujourd'hui, avait été utilisé par l'anglais Morrison pour son *Chinese English Dictionary,* édité à

Canton en 1828 et devenu rare lui aussi. L'Américain Wells Williams imprima en 1876 à Shanghaï, sur les presses de la Presbyterian Mission, un fort bon dictionnaire chinois-anglais in-4° à trois colonnes, dans lequel les caractères, au nombre de 12 527, sont classés suivant l'ordre des sons, reproduits au moyen d'un système de transcription spéciale utilisant les diverses langues d'Europe (1). De là son titre de *Syllabic Chinese English Dictionary*. Bien que fort savamment composé, il était d'un emploi peu commode à cause de la quantité trop considérable de dialectes qu'on y a fait figurer et dont la transcription en caractères latins pour la prononciation ne correspondait pas à celle généralement adoptée en Chine par les corps consulaires et le service des Douanes impériales maritimes, ce qui l'a rendue pour ainsi dire officielle. Ce dernier système était dû au savant sir Thomas Wade, alors ministre d'Angleterre à Péking, auteur d'une méthode aussi connue que prisée pour l'étude du chinois mandarin, dont il est actuellement professeur à Oxford.

Malheureusement pour nos compatriotes, missionnaires ou commerçants en Chine, cette méthode est de peu d'utilité par le fait qu'elle est écrite en anglais, langue à laquelle un trop grand nombre d'entre eux sont encore rebelles.

Il était donc très important de posséder une méthode et un dictionnaire permettant aux Français d'apprendre à parler et à lire la langue de l'Empire des fleurs. Nos missionnaires jésuites, dignes successeurs de leurs anciens confrères de la cour de Kang-Hsi, n'ont pas failli à cette tâche. Le savant P. Zottoli, sinologue assez consommé pour préparer des lettrés chinois à leurs examens, a édité une traduction latine en cinq volumes des classiques de la Chine avec le texte chinois en regard. Depuis, il prépare un énorme dictionnaire chinois-latin qui comprendra tous les caractères et toutes les expressions principales de ces mêmes classiques. Mais il est loin d'être achevé, et sera un monument tellement considérable (plusieurs volumes in-8° de 1000 pages), qu'il faut nécessairement en posséder dès aujourd'hui un plus simple et plus maniable. De là l'impression du Dictionnaire chinois-français, qui s'imposait d'autant plus que, si l'anglais est peu parlé par les Français, le latin l'est encore moins. Cependant nos nombreux missionnaires dans l'Empire Céleste demandaient à grands cris et au plus vite un dictionnaire pratique qui leur permît de traduire en latin le chinois

(1) Les meilleurs dictionnaires chinois, tels que le *Kang-hsi-tze-tien*, renferment plus de 42 000 caractères.

vulgaire. Tous, Français, Italiens, Allemands ou Chinois, savent en effet la langue de Cicéron, qui reste celle des séminaires catholiques dans le monde entier. Ceci explique l'apparition du *Dictionarium sinicum et latinum* que le P. Séraphin Couvreur a édité à Ho-Kien-Fou vers la fin de 1892, et dont les premières copies viennent d'arriver à Paris. Nous applaudissons à cette production et nous allons l'examiner, maintenant que nous avons expliqué sa raison d'être.

Un peu moins lourd que son frère aîné chinois-français, il compte encore XIV et 1200 pages, mais il est de format grand in-8° et à deux colonnes seulement.

Une courte introduction indique les sources où l'auteur a puisé, et qui sont les classiques et les bons auteurs chinois, dont la liste par ordre chronologique ne mentionne pas moins de cent vingt noms. Ces noms sont cités entre parenthèses à la suite de chaque exemple dans le texte de l'ouvrage. C'est là un perfectionnement très utile et que nous trouvons pour la première fois dans les dictionnaires du P. Couvreur. Il ne s'en tient pas là et met après chaque caractère ou chaque exemple sa transcription en caractères latins, ce que n'avaient pas fait ses prédécesseurs. Les caractères chinois sont, suivant l'usage du pays, disposés dans l'ordre de leurs deux cent quatorze clefs ou radicaux. Leurs intonations ou tons (on sait que le chinois est une langue chantée), au nombre de cinq, sont marqués à la chinoise au moyen d'un signe spécial, sorte de demi-cercle placé à l'un des coins de chaque caractère et supplémenté d'un trait pour marquer le cinquième ton ou d'une apostrophe quand ils sont aspirés. Cela donne à l'œil la gamme complète des tons de la langue mandarine. Un système de notation particulière empruntée à nos accents, et complétée par deux des signes de la prosodie latine (— et ∪) et l'apostrophe, permet de marquer cette même gamme sur la transcription en caractères latins. C'est ce qu'on est convenu d'appeler la *romanisation* des caractères chinois, et ce qui permet de les transcrire dans notre écriture. On peut ainsi, grâce au contexte, arriver à imprimer ou écrire du chinois avec nos caractères latins. Cela en rend l'étude infiniment plus facile, et a permis à plusieurs de nos missionnaires d'apprendre à lire très rapidement aux femmes et aux enfants et de leur inculquer en quelques mois la connaissance du catéchisme et des saints livres, alors qu'avec la méthode idéographique du pays il faut employer plusieurs années.

Un grand nombre de caractères sont accompagnés de leurs

formes diverses, et au bas des pages on en trouve d'autres qui n'ont pu figurer dans le texte des colonnes qu'ils auraient par trop allongées.

En plus de l'ordre des clefs, les caractères se suivent *more sinico,* d'après le nombre de traits qui entrent dans leur composition. Çà et là, quelques dessins tirés des auteurs classiques illustrent le texte pour en rendre la compréhension plus facile.

Là commencent nos critiques : ainsi que nous l'avons dit ailleurs, en rendant compte du *Dictionnaire chinois-français,* qui en renfermait un bien plus grand nombre, nous pensons que ces dessins fort anciens n'ajoutent rien ou fort peu de chose à l'intelligence du texte. On aurait donc pu les supprimer entièrement. A leur place, les sinologues eussent préféré trouver les formes hiéroglyphiques, archaïques, carrées ou cursives des principaux caractères. Pour ne pas augmenter la dimension du volume, on eût pu en faire un appendice publié à part, en réduisant ou complétant, suivant les besoins, celui que Morrison a publié à la suite de son dictionnaire. Les plus intéressants sont les caractères carrés employés pour les sceaux, qui constituent la signature des lettrés, ainsi que ceux à forme purement hiéroglyphique que l'on retrouve sur les bronzes et inscriptions de l'antiquité la plus reculée. Ceci est d'autant plus important que l'ouvrage est surtout destiné à des Chinois ; or, ceux-ci apprécient beaucoup ce genre de recherches. Quoique moins employés par les lettrés, les caractères cursifs ou abrégés, d'usage vulgaire et général sous le nom de *tsao tze,* méritent d'être connus. En effet, les trois quarts des documents ordinaires, tels que lettres entre particuliers, factures de marchands, livres de comptes des boutiquiers et de la famille, sont composés en caractères cursifs. Or cette écriture, de beaucoup la plus répandue, est absolument illisible pour nos meilleurs interprètes, s'ils n'ont pas eu le soin, fort rare d'ailleurs, de s'en instruire dans le pays même ; car elle n'est enseignée nulle part à notre connaissance. Nous profitons de l'occasion pour indiquer aux savants sinologues de la Compagnie de Jésus l'utilité qu'il y aurait à composer un Dictionnaire et une Méthode dans lesquels les véritables amateurs de chinois pourraient apprendre à lire, écrire et traduire ces caractères cursifs, véritable sténographie chinoise des plus concises. Ceci dit comme conseil au R. P. Couvreur, dont les ouvrages sont des monuments d'érudition et de patience, nous souhaitons bonne chance à son dernier travail et attendons le prochain avec impatience.

A.-A. Fauvel.

XIII

Le Propriétaire planteur. — Semer et planter. — *Choix des terrains. — Semis. — Plantations forestières et d'agrément. — Entretien des massifs. — Élagage. — Description et emploi des essences forestières indigènes et exotiques,* etc. — Traité pratique et économique du reboisement et des plantations des parcs et jardins, par D. Cannon, lauréat du prix d'honneur pour la sylviculture en Sologne. — Deuxième édition, revue et augmentée, ornée de 380 gravures.— Un volume in-8° de XII-364 pp.—1893; Paris, J. Rotschild.

Ouf! Pour un titre de dimension, voilà un titre de dimension! Avez-vous pu le lire d'un bout à l'autre sans vous arrêter pour respirer en chemin? C'est toute une table des matières qu'un titre pareil; ne pourrait-on pas, après l'avoir reproduit, se dispenser d'en dire plus long sur l'ouvrage qu'il désigne?

Non; car si développé qu'il soit, et c'est là l'inconvénient d'un titre pareil, il n'indique et ne peut indiquer qu'une partie des matières contenues dans le volume, tout en paraissant afficher la prétention de les mentionner toutes.

Ouvrons-le donc, ce volume, et parcourons-le.

Il comprend douze chapitres, que l'on aurait pu utilement, croyons-nous, répartir en trois ou quatre livres, car ils se groupent tout naturellement en trois ou quatre ordres d'idées.

Il y a d'abord des considérations économiques et de culture générale. C'est l'objet des quatre premiers chapitres : on y traite du choix et de la valeur des terrains à boiser; des frais à y consacrer; de la détermination des essences à y affecter; de la marche à suivre pour obtenir les remises ou réductions d'impôts consenties, en certains cas, par la législation française, en faveur des boisements; des travaux préalables sur le terrain par rapport à ses conditions spéciales, tracé des chemins qui serviront plus tard à l'exploitation des bois, fossés de limite et, en cas de sol marécageux, d'assainissement.

Après ces enseignements d'ordre général, on arrive, avec les chapitres cinquième et sixième, à la description, avec figures de détail et gravures d'ensemble à l'appui, des essences forestières propres aux divers climats de la France et pays similaires. Les conifères d'abord : Pin sylvestre et ses variétés: Pins maritime, laricio, de Calabre, d'Autriche, d'Alep; Épicéa, Sapin, Mélèze.

Ensuite les feuillus : Chênes rouvre et pédonculé ; Yeuse, Chêne tauzin, Chêne liége ; Hêtre, Charme, Châtaignier, Orme, les Bouleau, Aunes, Robinier, Frêne. Suivent, au chapitre septième, différents modes d'emploi de ces diverses essences pour les boisements : semis, diverses manières d'y procéder suivant chaque essence; plantations, choix des jeunes plants, élevage en pépinière, systèmes divers pour la mise en terre.

Tout ce qui précède se rapporte essentiellement aux boisements ou repeuplements proprement dits, *forestiers* en autre terme. Mais il y a aussi les plantations d'ornement et d'alignement, qui occupent, dans l'ouvrage de M. Cannon, une place importante : c'est l'objet des chapitres VIII à XI.

Les données générales ne sont plus les mêmes, ici, que pour un boisement forestier; elles varient encore suivant qu'il s'agit d'arbres résineux (conifères) ou feuillus. La description des essences se présente aussi sous un autre aspect, et le nombre s'en accroît dans une mesure importante; car, lorsqu'il s'agit d'un emploi décoratif, les essences exotiques sont utilisables et même particulièrement recherchées. Aux arbres qu'on a énumérés plus haut, il faut ajouter les Tsugas, les Cèdres, le Cyprès chauve *(Taxodium distichum)*, les Séquoïas, Cryptomérias, Araucarias, Thyas, Cyprès, Libocèdres, etc., parmi les résineux : et parmi les feuillus, les Noyers, le Coudrier *(Corylus)*, les Platanes, les Érables, les Marronniers et Paviers, le faux Vernis du Japon *(Ailantus glandulosus)*, les Catalpa, Paulownia, Magnolia, Tulipier, Tamarix, etc., sans parler des Chênes chevelu, rouge, palustre, écarlate, quercitron, à feuilles falquées, de saule, de laurier, — des Hêtres pourpre, cuivré, à feuilles laciniées, — des Noisetiers à feuilles pourpres, panachées, déchiquetées, — des variétés américaine et orientale du Charme.

Dans les plantations forestières, il est recommandé d'employer de préférence de très jeunes plants, plutôt que des sujets de trois ou quatre ans, pourvu qu'ils soient munis d'un bon et complet appareil radiculaire, abondamment pourvu de ces fibrilles ramifiées appelées *le chevelu*. Plantés dans les conditions requises, des plants de deux ans ou même d'un an, bien enracinés, bouderont moins longtemps, partiront plus vite, et finalement devanceront, dans leur développement, des sujets plus âgés mis en terre en même temps qu'eux.

Dans les plantations d'ornement, il n'en va plus de même. On préfère très généralement planter des arbres déjà faits, de jeunes arbres sans doute, mais des arbres; et, pour cela faire, on a

recours à des procédés dispendieux qui seraient absolument impraticables dans une plantation forestière, un boisement ou reboisement sur une échelle tant soit peu grande. La ville de Paris, par exemple, creuse, le long de ses avenues et de ses boulevards, d'énormes et profondes fosses qu'elle fait remplir soit de terre végétale rapportée, soit même de terreau, autour des racines d'arbres qui ont été transportés à pied d'œuvre, verticalement et avec leur motte entourée d'un bac, à l'aide de chars spéciaux. Peu de particuliers, sans doute, seraient en état de se donner un luxe pareil. Mais en employant de plus jeunes sujets que ceux de la ville de Paris, qui fait voyager et planter des arbres relativement âgés, on peut encore faire de belles et bonnes plantations décoratives ou d'alignement d'arbres déjà formés, moyennant des frais plus abordables.

L'extraction des sujets est d'une grande importance. Souvent un jardinier vous dira d'un arbre bien conformé, planté avec grand soin et qui cependant n'a pas repris : " C'est qu'il a été *mal arraché.* „ Et le jardinier aura raison. Il faut, quand on extrait de la pépinière un arbre pour le planter à demeure, apporter le plus grand soin à ne pas mutiler les racines et à préserver surtout leur *chevelu.* Si quelques grosses racines s'écartent trop loin du centre de l'appareil radiculaire pour pouvoir être comprises dans la motte à enserrer dans le bac, il faut les couper avec un outil très tranchant, de manière à obtenir une section nette et lisse qui ne produise aucune cessation d'adhérence entre l'écorce et le bois ; quand il se trouve de grosses racines déchirées, des lambeaux d'écorce arrachés, il y a grande chance pour que, par suite de déperdition de sève, le sujet ne reprenne pas et périsse. Les autres soins à prendre, et pour lesquels nous renverrons au *Propriétaire planteur,* ont assurément une grande importance : mais ceux qui concernent la déplantation préalable dépassent tous les autres.

Nous avons parcouru rapidement les onze premiers chapitres de l'ouvrage de M. Cannon. Il en reste un douzième, qui pourrait constituer à lui seul un livre à part. Sous ce titre : *Entretien des bois*, il donne un aperçu, abrégé mais assez complet, des principes généraux de la sylviculture. Il est naturel que, quand on a créé, par semis ou plantations, un massif forestier plus ou moins étendu, on veuille le soigner, en diriger la marche afin d'obtenir ultérieurement, par des coupes d'éclaircie faites à propos, la meilleure croissance en grosseur et en hauteur des brins qui le composent. L'auteur, partant de cette donnée, suppose des reboisements

effectués de longue date et fait excursion jusque dans les massifs de pleine futaie, sans d'ailleurs négliger les taillis. Il indique les règles d'assiette des coupes, explique, d'après les lois de la physiologie végétale, la raison d'être et les effets culturaux des éclaircies, expose en passant les vrais principes sur lesquels doivent s'appuyer toute théorie et toute application d'aménagement. Enfin, peu partisan de la pratique des élagages, il expose impartialement cependant les cas où cette " opération chirurgicale " peut être utile ou même nécessaire, et donne les règles et la marche à suivre pour la rendre le moins dommageable possible.

Tout cet ouvrage est écrit en un style simple, correct et facile ; et nul ne se douterait, à sa lecture, que la langue française n'est pas la langue maternelle de l'auteur. D'origine anglaise, mais fixé définitivement et depuis longues années en France, M. David Cannon, grand propriétaire en Sologne, y a accompli d'importants travaux de boisement de terres incultes, et c'est comme forestier praticien qu'il a pu aborder, dans son volume, les questions de sylviculture proprement dite. En même temps pépiniériste distingué, c'est avec son expérience personnelle qu'il a pu parler du tempérament particulier et des exigences spéciales de chacune des essences, principalement des essences exotiques, dont il a donné la description.

Au résumé, sauf ses sous-titres un peu trop longs, *Le Propriétaire planteur* est un livre de science appliquée et pratique, à la portée de tout le monde, appuyé constamment sur les plus saines traditions du métier et sur les lois les mieux établies de la physiologie végétale. On peut, en toute sûreté, le recommander aux propriétaires de bois, de terres incultes, de jardins et de parcs paysagers à entretenir ou à créer.

CH. DE KIRWAN.

XIV

CONQUÊTE DU MONDE VÉGÉTAL, par LOUIS BOURDEAU. *(Introduction. — Cueillette. — Culture. — Plantes alimentaires, économiques, fourragères, officinales, industrielles, ligneuses, ornementales. — Procédés de culture.)* — Un vol. in-8 de 374 pp. — 1893 ; Paris, Félix Alcan.

Cet ouvrage fait partie d'une série, commencée sous ce titre d'ensemble : ÉTUDES D'HISTOIRE GÉNÉRALE, que complète un sous-titre explicatif : *Évolution des arts utiles*. Deux volumes de cette

série ont paru, dont la *Revue des questions scientifiques* a rendu compte, l'un en 1885 : *Les Forces de l'industrie* (1), le second en 1886 : *Conquête du monde animal* (2), et l'on nous en annonce plusieurs autres qui auront pour objet la conquête du monde minéral, puis les industries de l'alimentation, du vêtement, du logement, etc.

Occupons-nous aujourd'hui, en matière de conquêtes, de celle du règne végétal.

Il est bien certain pour tout le monde que l'homme, arrivant sur la terre faible et nu, sans autre aide contre le besoin et la faiblesse que son activité et son intelligence, a dû faire la *conquête,* le mot n'est pas trop fort, des richesses que la nature mettait à sa disposition; c'est seulement à force de persévérance, de labeurs, d'observations et de recherches, mais aussi à l'aide de ce puissant facteur qu'il possède seul dans la nature, la raison, que le roi de la création a pu prendre peu à peu posses sion de son royaume. La loi du progrès n'a pas d'autre origine, d'autre raison d'être et d'autre but.

A cet égard nous sommes d'accord.

Nous le serions moins, nous ne le serions même pas du tout, sur le point de départ de cette conquête des ressources de la nature. Mais n'anticipons pas, et avant d'indiquer les théories opposées d'où naît le désaccord, donnons-nous le plaisir d'analyser un ouvrage très bien fait, écrit avec clarté et attrait, et qui dénote, chez son auteur, une vaste érudition, une lecture considérable, un esprit puissant et de ressources variées.

Le volume est divisé en autant de livres que les végétaux à l'usage de l' homme comptent de groupes de destinations différentes, précédés eux-mêmes d'un livre spécial sur la " Théorie générale de l'exploitation des végétaux „, et suivis de trois autres concernant, celui-ci " l'Avenir des conquêtes agricoles „, cet autre les " Procédés de culture „, le dernier enfin la " Création et la conservation de types améliorés „, autrement dit de variétés et races perfectionnées.

Laissons de côté — nous y reviendrons plus tard — le livre premier, consacré tout entier à la théorie, et indiquons rapidement l'objet des suivants.

Les *Plantes alimentaires* sont de quatre catégories différentes.

(1) Cf. *Rev. des quest. scient.*, liv. de janvier 1885, t. XVII de la collection, p. 237.

(2) *Ibid.*, liv. d'octobre 1886, t. XX de la collection, p. 585.

Il y a d'abord les " Plantes à fruits comestibles ", qui sont pour la plupart des végétaux ligneux, arbres, arbrisseaux et arbustes ; les exceptions ne se rencontrent guère que parmi les fraisiers, les cucurbitacées (melons, pastèques, courges, concombres, etc.) et l'ananas. Les autres catégories de plantes alimentaires comprennent les " Légumes ", les " Condiments ", et les " Céréales ".

Voisines des plantes alimentaires sont les *Plantes économiques,* les unes nous fournissant des boissons, comme le thé, le maté de l'Amérique méridionale, sorte de houx, et celles que nous procurent le caféier, le cacaoyer, le houblon, et par-dessus tout la vigne, pour ne mentionner que les plus importantes de ces plantes ; les autres nous procurant les différentes huiles végétales comestibles ou d'emploi industriel (olivier, noyer, hêtre, ricin, divers palmiers, pavot, sésame, etc.); d'autres enfin saccharifères, telles que la canne à sucre, la betterave, certaines espèces d'érable et de sorgho.

Aux innombrables variétés de *Plantes fourragères* proprement dites qui couvrent nos prairies naturelles, comme les graminées, ou dont on compose les prairies artificielles, comme les légumineuses herbacées, l'auteur joint les arbres cultivés pour leurs feuilles en vue de l'élevage de certains insectes, comme les divers types de vers à soie vivant aux dépens du mûrier blanc, du chêne, de l'ailante glanduleux ; le *coccus* du chêne kermès qui fournissait jadis la couleur vermillon, la cochenille du cactus Opuntia, etc., etc. (1).

Parmi les *Plantes officinales,* l'auteur range non seulement les plantes médicinales, mais aussi les plantes qu'il appelle *stupéfiantes,* haschich, tabac, opium, bétel, et les végétaux odoriférants dont on tire des parfums. Il raconte, au sujet des uns et des autres, de nombreux faits historiques souvent curieux, et se livre parfois à des réflexions qui ne manquent pas de piquant.

" La coutume de fumer, dit-il, soldatesque à l'origine, se répandit vers la fin du XVIIe siècle, et s'est de plus en plus généralisée. Enfin on a employé le tabac comme masticatoire. Nos pères avaient débuté par la sympathique tabatière ; la géné-

(1) Dans les années de sécheresse extrême, comme celle que nous traversons, les feuilles d'un grand nombre de végétaux ligneux peuvent être employées comme véritable fourrage pour le bétail, étant récoltées entre la période de jeunesse et celle du déclin, soit pendant les mois de juillet, août et septembre. Citons, en passant, celles du saule, de l'aune, du mûrier, du robinier faux acacia, de l'orme, du frêne, de la vigne. L'auteur pourrait traiter ce côté de la question dans une édition subséquente.

ration actuelle est engouée de la pipe, du cigare et de la cigarette; le parti de l'avenir, représenté par l'Amérique, préfère l'ignoble chique. „ Et notre auteur d'ajouter philosophiquement : “ Il ne faut pas discuter des goûts, surtout quand ils sont également mauvais. „

Je prie mon lecteur de vouloir bien remarquer que je n'exprime pas ici une opinion, je ne fais que rapporter celle d'autrui. *Loquor ad narrandum, non ad probandum.*

Par exemple, notre auteur condamne, avec une énergie à laquelle il est difficile de ne pas s'associer, l'introduction forcée de l'opium chez les Chinois par la Compagnie des Indes. “A la suite de la destruction, sur l'ordre du gouvernement chinois, de 20 000 caisses d'opium britannique à Canton, l'Angleterre, voulant imposer par la force la drogue homicide aux Chinois, fit à ceux-ci une guerre honteuse, dite “ de l'opium „, qui dura deux ans (1840-1842), et eut pour effet d'ouvrir la Chine au commerce européen. L'infâme trafic de l'opium, le plus odieux que le monde ait vu après la traite des esclaves, a suivi une progression rapide. „ Suit l'historique de cette progression.

Revenons à notre analyse.

Après les plantes officinales, les *Plantes industrielles,* divisées en textiles, tinctoriales, qu'il n'est pas nécessaire d'énumérer, et d'utilité diverse, comme les arbres et arbrisseaux dont l'écorce est employée à la tannerie, ceux qui fournissent les nombreuses résines végétales, le liège, le caoutchouc, la gutta-percha, les plantes dont certaines parties sont utilisées de manière ou d'autre, la courge-bouteille ou gourde, le calebassier, la paille des céréales, le crin végétal extrait du palmier-nain, etc.

Le livre suivant, qui est le septième, a pour objet *Les plantes ligneuses,* et ne comprend qu'un seul chapitre. Des végétaux ligneux, nous en avons rencontré à peu près dans toutes les catégories de plantes que nous avons parcourues jusqu'ici, mais c'était relativement à des utilisations spéciales. Dans le livre VIIe, l'auteur les envisage au point de vue historique, économique et industriel, de la production du bois, de l'influence des forêts sur les conditions climatériques du sol, sur le maintien des terres inclinées, sur l'hygiène publique. Tous les emplois du bois et des différentes essences de bois sont énumérés historiquement et statistiquement, et l'auteur déplore avec raison l'exagération des défrichements et déboisements; il prévoit le temps où le bois fera défaut aux besoins du monde civilisé et où l'on sera obligé de recourir aux immenses forêts vierges du centre de l'Afrique.

Mais à côté des déboisements inconsidérés et excessifs, il faut tenir compte des reboisements qui, en France du moins, s'exécutent sur une échelle de plus en plus grande, tant par les soins des agents de l'État que par ceux des particuliers.

Dans le livre affecté aux *Plantes ornementales,* tout un chapitre est consacré au récit historique du développement du goût des fleurs, le suivant aux plantes herbacées et sous-ligneuses, et le troisième aux " arbres d'agrément „. Nous ne reparlerons pas de ces derniers, dont nous avons déjà entretenu le lecteur à l'occasion du *Propriétaire planteur* de M. D. Cannon. Il est temps d'ailleurs de dire quelques mots de l'ensemble du travail de M. Bourdeau et de la nature d'esprit qui s'y révèle.

Comme savoir et érudition, l'on ne saurait trop en faire l'éloge. Tout ce que, sur chaque catégorie de plantes, souvent sur telle ou telle espèce, on y trouve de données historiques, philologiques, culturales, économiques, statistiques, est surprenant. Les documents cités, et auxquels renvoient des notes de bas des pages, sont aussi nombreux que variés, et dénotent, comme on l'a dit plus haut, une lecture énorme et une grande faculté d'assimilation. Le plan de l'ouvrage est méthodique, facile à suivre et en rend la lecture d'autant plus aisée et attachante. Enfin si nous avons, sur les tendances de l'auteur et l'esprit qui l'a guidé, à faire certaines réserves que nous allons formuler, du moins avons-nous la satisfaction de constater que, nulle part, il ne se montre agressif vis-à-vis des croyances qu'il ne partage pas. Sans doute, il paraît bien n'accorder pas à nos Livres saints, qu'il cite fréquemment, plus de valeur et d'autorité qu'au Zend-Avesta, à l'Iliade, à l'Odyssée, aux Géorgiques, etc. ; du moins la manière dont il les cite prouve qu'il les a consultés sans hostilité, sans parti pris, et simplement pour y trouver des indications historiques ou philologiques sérieuses.

Quant aux tendances de ce livre, elles se retrouvent un peu partout, *passim,* mais principalement dans la *Théorie générale de l'exploitation des végétaux* qui forme le " Livre premier „ de l'ouvrage. L'auteur considère l'homme comme un animal ayant franchi un stade de développement intellectuel que les autres animaux n'ont pas su atteindre, mais ne différant d'eux que par un degré de culture plus élevé (pp. 7, 9, 19, 178, 204, 250, 365), sans disparité de nature par conséquent. Pour lui, la connaissance du feu marque " la frontière où l'homme s'est séparé en le dépassant du monde animal „, où s'est produit " l'éveil initial de la raison „; et l'emploi du bois comme combustible doit

remonter jusque-là. L'animal humain, en commençant à devenir homme, a ainsi débuté par la sauvagerie (p. 22), l'état sauvage le plus dégradé étant déjà un progrès marqué sur l'état purement bestial, dans lequel l'instinct ne s'est pas encore élevé jusqu'à la raison. Puis comme, lorsqu'on s'est placé sur le terrain conjectural, les hypothèses ne coûtent rien, l'auteur avance qu' " un âge tout à fait primordial du bois „ a dû précéder celui où l'homme primitif savait " tailler par éclats des blocs de silex „ (p. 250).

Pour la durée nécessaire à l'évolution de l'homme à partir de son premier stade raisonnable, soit la connaissance du feu, jusqu'au développement complet de sa raison, M. Bourdeau adopte sans sourciller les 250 000 ans rêvés par M. de Mortillet, paraissant ignorer les récents travaux de savants français et américains qui, appuyés sur des observations comparatives aussi nombreuses que variées, renferment entre des durées de 7 à 8000 ans au moins et de 12 à 15 000 ans au plus l'époque de la première apparition de l'homme sur la terre.

Laissant de côté la théorie de la formation de l'humanité par la simple accession spontanée à la raison d'une race purement animale, — il n'est plus besoin de la combattre devant les lecteurs de ce recueil, — nous ne concéderions guère plus facilement à l'estimable auteur l'état de sauvagerie initiale et universelle. Notre savant ami M. le marquis de Nadaillac, que M. Bourdeau cite quelquefois, a exposé ici-même (1), et mieux encore dans son excellent petit livre sur *Le Problème de la vie* (2), les nombreux faits, tant de l'ordre physique que de l'ordre intellectuel et moral, qui démentent, à tous les points de vue, la prétendue origine bestiale de l'homme; il a notamment fait voir que les races sauvages considérées comme les plus dégradées, telles entre autres que les Tinneh, du bord de l'Océan arctique entre la baie d'Hudson et l'Alaska, et les naturels de l'Australie, descendent de races civilisées, et que c'est l'excès des difficultés matérielles de la vie auxquelles ils se sont trouvés condamnés, qui les a fait déchoir peu à peu.

C'est donc partir d'un point de vue purement hypothétique et plutôt contraire que conforme aux faits, que d'admettre la sauvagerie initiale de l'homme. Il appert plutôt de l'observation qu'il a commencé muni d'éléments de civilisation suffisants pour

(1) *Les Races inférieures*, dans la Revue des questions scientifiques de janvier 1893.

(2) Un volume in-12, 1893. Paris, G. Masson, éditeur, chapitres vi et vii.

dominer immédiatement les premières difficultés et entrer rapidement dans la voie du progrès, au moins toutes les fois qu'il s'est trouvé dans des conditions ambiantes suffisamment adoucies pour donner au travail de la pensée une part de son temps que ne réclamait pas exclusivement la satisfaction des plus indispensables besoins.

N'était la nécessité de ne pas allonger outre mesure ce simple article bibliographique, nous pourrions trouver, parmi plusieurs des judicieuses observations du savant écrivain, plus d'un argument à l'encontre de sa thèse générale.

CH. DE KIRWAN.

XV

BIBLIOTHECA GEOGRAPHICA PALAESTINAE, *Chronologisches Verzeichniss der auf die Geographie des heiligen Landes bezüglichen, Litteratur, von 333 bis 1878 und Versuch einer Cartographie,* herausgegeben von REINHOLD RÖHRICHT. — Berlin, 1890; 8°, XX-744 pp.

La Terre Sainte a de tout temps attiré les regards, et l'on peut dire, sans crainte de se tromper, que nul coin de la terre n'a provoqué un nombre égal de travaux de tout genre. Cette prédilection de la géographie n'est pas près de s'éteindre ; elle s'accentue chaque jour davantage, et nous voyons l'Allemagne, la Russie, l'Angleterre, l'Amérique, dans leurs sociétés pour l'étude de la Palestine, et leurs *Exploration Founds,* rivaliser d'ardeur pour arracher à la Terre Sainte ses derniers secrets.

Dans ce nombre considérable de travaux, il fallait à tout prix, sous peine de s'égarer ou de recommencer vingt fois les mêmes recherches, trouver le moyen de s'orienter. La *Bibliographia geographica* de Tobler a longtemps rendu de bons services, jusqu'au jour où la masse des documents nouveaux est venue la périmer. Sans doute, les travaux de Meisner, Riant Socin, Jacob, Klatt et Müller, avaient essayé de tenir à jour l'œuvre de Tobler, mais un grand travail d'ensemble s'imposait qui réunît tous les matériaux épars et donnât le répertoire complet de la géographie de la Palestine.

Nous sommes redevables à M. Reinhold Röhricht de la réalisation de ce vaste dessein. Son livre a paru en 1890; nous arrivons un peu tard pour en parler, et la plupart de nos lecteurs

qui s'occupent de géographie connaissent déjà cet inappréciable instrument de travail. Néanmoins, il nous a paru utile de consigner dans la *Revue* les principaux résultats de l'œuvre de M. Röhricht.

Il y a deux parties bien distinctes dans le répertoire des sources géographiques pour l'étude de la Palestine. Dans la première, on trouve la liste, par ordre chronologique, de toutes les dissertations auxquelles a donné lieu la géographie de la Terre Sainte. Cette liste s'ouvre par l'*Itinerarium Antonini Augusti,* écrit vers l'an 300; elle se clôt par le nom de A. C. Withmer, qui publia en 1878, à New-York, la *Sacred Geography.* Le nombre total des ouvrages recensés s'élève à 3515; ou plutôt ce nombre est celui des auteurs. Pour avoir celui des travaux, il faudrait multiplier ce chiffre par 10, certains auteurs, comme M. Couder par exemple, ayant jusqu'à 141 titres d'articles et d'ouvrages. Il ne nous est pas possible, le lecteur le conçoit, de donner une idée du contenu de la première partie de l'ouvrage de M. Röhricht. Ces sortes de travaux ne s'analysent point; seul le lecteur amené à le manier souvent se rendra compte exactement de la somme immense de documents qui sont accumulés.

La seconde partie de l'ouvrage de M. Röhricht est consacrée à la cartographie. De ce côté encore, l'activité a été grande. On en jugera par la seule inspection du numéro d'ordre final auquel aboutit le catalogue des cartes de la Palestine : 747. En réalité, ce chiffre doit être majoré dans de notables proportions, si l'on tient compte des éditions successives d'une même carte, et des travaux divers d'un même cartographe. Ainsi, A. L. Mansell, de 1858 à 1862, n'a pas publié moins de quatorze esquisses de la côte méditerranéenne de la Syrie. Le premier travail cartographique signalé par M. Röhricht est la table de Peutinger; le dernier, celui du Polonais A. Tyc, *Karte von Palästine.*

Pendant l'impression même de son travail, M. Röhricht n'a cessé de le tenir au point, et dix pages d'additions témoignent du soin minutieux avec lequel ses recherches ont été conduites.

Quatre excellentes tables permettent de tirer de l'ouvrage de M. Röhricht tout le profit qu'on est en droit d'en attendre. La première donne par ordre alphabétique les noms de tous les auteurs cités; dans la seconde, les noms géographiques sont relevés d'après la même disposition. Dans des recherches du genre de celles entreprises par M. Röhricht, il est très important que les travailleurs puissent retrouver aisément les sources manuscrites, les éditions originales ou les exemplaires souvent

rarissimes. Le troisième index, qui donne l'indication des archives, des bibliothèques et même des *codices*, est destiné à rendre ce service. Ce n'est pas l'un des moindres. Enfin, une dernière table groupe les différentes matières : agriculture, botanique, chimie, ethnographie, géologie, hydrographie, etc., de la Palestine. Nous signalons surtout aux lecteurs de cette *Revue* les articles : botanique, climatologie, géologie, hydrographie, hypsométrie et zoologie. Grâce à cette dernière table, il est facile, pour qui veut aborder l'étude de certains phénomènes naturels en Palestine, de trouver à l'instant l'indication des auteurs qui ont traité la question avant lui.

Il ne serait pas malaisé de relever dans une si vaste compilation quelques erreurs, quelques inexactitudes, quelques lacunes. Qui oserait se flatter de l'espoir de n'avoir rien omis en si abondante matière! Pourtant les ouvrages de ce genre n'acquièrent leur entière perfection que si toutes les rectifications sont charitablement signalées aux auteurs. Nous nous permettrons donc d'apporter notre modeste appoint à l'œuvre de la correction du travail de M. Röhricht. Pp. 614 et 619, le nom de Ph. de la Rue est cité; mais dans la liste de ses ouvrages, nous ne voyons point figurer : *La Terre Sainte en six cartes géographiques et les traitez sur icelles suivant les principales divisions. Paris, Pierre Mariette, 1651; fol. 11 pag. et 6 cartes.* — P. 10, l'auteur date du IXe siècle le Ms. num. 2921-22 de la Bibliothèque royale de Bruxelles, et il émet la conjecture que le codex de Saint-Martin de Tournai, d'après lequel les Bollandistes ont publié au tome II de mai, pp. X-XVIII, le texte d'Antonin le martyr, pourrait bien être le manuscrit de Bruxelles. Or ce manuscrit de Bruxelles est certainement du Xe siècle et a appartenu au monastère de Stavelot (1).

Il y aura aussi certaines corrections et additions à faire dans le travail de M. Röhricht pour ce qui concerne la géographie palestinienne de Gérard Mercator. L'œuvre du célèbre géographe flamand a été mieux étudié en ces derniers temps (2). Pour Chrétien Sgrooten, M. Röhricht est aussi parfois quelque peu incomplet. Page 604, num. 67, il eût été intéressant de signaler que la carte originale de la Terre Sainte par Sgrooten n'a été retrouvée jusqu'à présent qu'au British Museum et à la Bibliothèque municipale de Breslau. Quand M. Röhricht nous dit que la *Terra Sancta* du même auteur se trouve dans le *Theatrum Orbis*

(1) *Catalog. cod. hagiogr. Bibl. roy. Bruxellensis*, t. I. p. 379.

(2) Cfr les intéressants travaux de M. le lieutenant Van Ortroy dans cette *Revue*, t. XXXII, oct. 1892, pp. 507-571 ; t. XXXIII, avril 1893, pp. 556-582.

d'Abraham Ortelius de 1584, 1595, 1601, nous ne pensons pas que ces mentions sont exclusives, car on retrouve cette carte de Sgrooten dans l'édition allemande de 1584, flamande de 1598 du *Theatrum Orbis*, et dans les éditions française (1619) et latine (1623) de l'Atlas de Mercator.

J. G.

XVI

L'Art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes, par le marquis de Viaris, ancien élève de l'École Polytechnique, ancien officier de marine *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire)*. — Petit in-8° de 175 pp. — Paris; Gauthier-Villars et Masson, 1893.

Il est inutile d'insister sur l'intérêt qu'il y a, dans de nombreux cas, à tenir secret le contenu des correspondances diplomatiques, militaires, administratives, ou même, tout simplement, commerciales et privées. Ce besoin ayant été de tous les temps, l'homme s'est ingénié, dès les siècles les plus reculés, à combiner des procédés permettant l'échange de correspondances rédigées en signes visibles pour tout le monde, mais ne prenant un sens que pour les seuls initiés, expéditeur et destinataire, possesseurs d'une *clef* convenue entre eux. De là est né l'art qui a reçu le nom de *cryptographie*.

L'histoire de cet art spécial, écrite plusieurs fois, notamment par le bibliophile Jacob, est très instructive en même temps que des plus attrayantes. On y voit les procédés, d'abord fort grossiers, se perfectionner de plus en plus au fur et à mesure que s'aiguise la sagacité de ceux qui cherchent à en percer le mystère. Aussi cette histoire éveille-t-elle une impression analogue à celle que l'on éprouve en assistant à la lutte fameuse du boulet et de la cuirasse. A peine une cuirasse nouvelle, plus résistante que les précédentes, est-elle construite, qu'un nouveau boulet est inventé qui vient à bout de cette résistance et force à la recherche de nouveaux moyens de blindage.

Pour continuer à nous servir de cette comparaison, nous dirons que, sur le terrain de la cryptographie, l'artillerie d'attaque a, dans ces derniers temps, accompli de véritables prodiges. Pour ne citer les noms que de personnes adonnées par goût, non par nécessité de métier, à la cryptographie, nous signalerons, en France, comme s'étant particulièrement distingués en

ce genre d'exploits : feu Édouard Lucas, l'auteur bien connu de la *Théorie des nombres,* M. Bazeries, qui est parvenu à reconstituer le chiffre des anciens rois de France (François I, François II, Henri IV, Louis XIV), enfin le marquis de Viaris, auteur du petit volume que nous présentons aux lecteurs de la *Revue,* et déjà connu par d'excellentes publications sur ce sujet.

M. de Viaris qui, avec les cryptographes dont nous venons de donner les noms, eût été tenu pour sorcier au moyen âge, a écrit en partie ce volume pour initier le public aux méthodes qui permettent d'exécuter des tours de force de déchiffrement tels que ceux qu'il est parvenu, pour sa part, à réaliser.

Est-ce à dire qu'après l'avoir lu le premier venu pourra renouveler de semblables prouesses ?

Assurément non. Une chose est nécessaire pour cela, que ne saurait donner l'enseignement d'un livre, à savoir un flair particulier, analogue à celui qui permet de résoudre un problème de géométrie, en s'ajoutant à la connaissance des théorèmes fondamentaux. Ce flair n'est évidemment pas donné à tout le monde, mais à ceux qui le possèdent (le plus souvent sans s'en douter), le livre de M. de Viaris apprendra à diriger leurs efforts. Son utilité d'ailleurs ne se borne pas là. Il permet encore, en signalant les défauts de la cuirasse dans les méthodes connues, de reconnaître les desiderata auxquels devra désormais satisfaire une bonne méthode. A ce point de vue, pour en revenir à notre précédente comparaison, il fait servir les progrès de l'artillerie à préciser les progrès que doit réaliser la fortification.

L'ouvrage est divisé en six parties.

La première contient les *généralités* intéressant à la fois toutes les méthodes que l'auteur est amené à répartir en trois classes *(alphabets; anagramme; répertoires),* qu'il passe en revue dans les trois parties suivantes, en ayant soin d'insister sur les procédés de déchiffrement.

La cinquième partie, relative à des *observations et notions générales,* contient, entre autres, l'exposé de deux méthodes à alphabets n'employant que des chiffres arabes, méthodes dont la nécessité, pour les correspondances télégraphiques, résulte du nouveau règlement international du 1er juillet 1891, qui interdit pour les relations internationales, sauf dans quelques cas spéciaux, l'emploi de lettres ayant une signification secrète.

Cette cinquième partie se termine par un chapitre consacré à l'appareil si ingénieux et si pratique de M. Bazeries. Ce n'est pas un des moindres titres de gloire de M. de Viaris, comme

cryptographe, que d'être arrivé à déchiffrer des dépêches composées à l'aide de cet appareil ; rien n'est plus intéressant que l'exposé qu'il fait en quelques mots de la méthode qui lui a permis d'effectuer ce déchiffrement. Il lui a fallu, dans l'application de cette méthode, une telle dose de sagacité, qu'à la vérité cet exemple ne peut être invoqué pour contester la valeur du système Bazeries. Il suffit d'ailleurs d'une très légère variante dans l'emploi de l'appareil, variante indiquée par M. Bazeries lui-même et que M. de Viaris consigne dans son livre, pour rendre le système absolument indéchiffrable.

Enfin, dans la sixième partie, l'auteur développe une méthode nouvelle, de son invention, reposant sur l'usage simultané de six cents alphabets obtenus par des permutations méthodiques de l'alphabet ordinaire.

M. de Viaris affirme que sa méthode est indéchiffrable, même lorsqu'on connaît un mot du texte clair ; on peut l'en croire sur parole. Au reste, il nous paraît évident que dans ce combat du boulet et de la cuirasse auquel nous avons comparé l'art cryptographique, le dernier mot doit rester à la cuirasse. Nous ajouterons que, dans bien des cas, on peut se contenter d'une indéchiffrabilité relative, c'est-à-dire telle qu'il faille un certain temps pour qu'on puisse, par une marche rationnelle, percer le mystère de la dépêche. Tel est, en particulier, le cas pour les ordres donnés sur le champ de bataille.

Nous ferons encore une remarque à laquelle il semble que les cryptographes n'aient pas encore songé, puisqu'elle ne se trouve pas dans l'excellent petit livre de M. de Viaris : c'est qu'il y aurait un sérieux intérêt à écrire le texte à cryptographier à l'aide de cette orthographe naturelle dont M. Gréard préconise l'emploi sans avoir grande chance de la faire adopter pour l'usage courant. On réaliserait ainsi une sérieuse économie de lettres et, par suite, de temps, et on troublerait aussi les habitudes des déchiffreurs qui s'appuient en partie sur ce qu'ils appellent *les particularités de la langue,* c'est-à-dire sur les combinaisons de lettres les plus probables pour une langue donnée, lesquelles, pour la plupart, ne se reproduiraient pas avec l'orthographe dont nous parlons.

M. d'Ocagne.

XVII

Encyclopédie des Travaux Publics :

I. — Ports maritimes, par F. Laroche, inspecteur général des ponts et chaussées. — 2 volumes in-8° de 526 et 452 pages, avec atlas de 37 planches. — Paris, Baudry et Cie, 1893.

II. — Charpente en bois et menuiserie, par J. Denfer, architecte, professeur à l'École Centrale. — 1 volume in-8° de 623 pages. — Paris, Baudry et Cie, 1892.

I. — Ports maritimes (Laroche). — Les deux volumes que M. l'inspecteur général Laroche vient d'écrire pour l'*Encyclopédie des Travaux Publics* complètent le Traité de travaux maritimes dont la première partie, publiée il y a deux ans, a été analysée dans cette *Revue* (1).

Cette première partie, nous croyons devoir le rappeler, traitait des *phénomènes marins* et de l'*accès des ports*. La seconde, dont nous avons à nous occuper aujourd'hui, se réfère aux *ports* eux-mêmes.

Si vaste est le sujet qu'il est bien difficile de condenser même en un millier de pages tous les développements qu'il comporte. Plutôt encore est-il difficile, dans ce travail de condensation, de maintenir entre les diverses parties une exacte proportion, tenant rigoureusement compte de leur importance relative. Cette pensée s'était déjà présentée à nous à propos du livre de M. Bechmann sur les *Distributions d'eau* (2). Nous aurons à y revenir à propos de ce nouvel ouvrage. Mais, ainsi que nous le disions la première fois, un tel défaut est, pour ainsi dire, inévitable lors d'une rédaction de premier jet sur une matière neuve encore lorsqu'on la considère au point de vue didactique. Cela dit pour donner aux quelques réserves que nous croirons devoir faire par la suite leur véritable caractère, à savoir celui d'indications de *desiderata* propres à améliorer encore, selon nous, un ouvrage se recommandant déjà par d'éminentes qualités, nous tracerons un aperçu sommaire de ce que contient cet ouvrage.

L'ouvrage est divisé en onze chapitres dont il est bon de connaître les titres : I. *Ports d'échouage. Bassins à flot.* — II. *Écluses*

(1) Livraison de juillet 1891, page 294.
(2) Livraison d'octobre 1888, page 584.

des bassins à flot. — III. *Portes d'écluses.* — IV. *Ponts mobiles.* — V. *Moyens d'obtenir et d'entretenir les profondeurs à l'entrée des ports.* — VI. *Moyen d'obtenir et d'entretenir les profondeurs dans les ports.* — VII. *Ouvrages et appareils pour la réparation des navires.* — VIII. *Défense des côtes.* — IX. *Éclairage et balisage des côtes.* — X. *Exploitation des ports.* — XI. *Canaux maritimes.*

Les cinq premiers chapitres forment la matière du premier volume, et les six autres celle du second.

Nous ajouterons, pour n'avoir plus à y revenir, que non seulement le texte est illustré de nombreuses figures, mais encore qu'il est complété par deux atlas renfermant en tout trente-sept planches qui donnent des croquis cotés de nombre d'ouvrages dont il contient la description.

Le chapitre I manque peut-être un peu de données générales sur les formes et les dimensions des bassins, mais il contient sur les différents genres de quais et sur leur mode de fondation, notamment lorsqu'ils sont fondés sous l'eau, de très bons renseignements faisant connaître, dans leur ensemble, presque toutes les variétés de types auxquelles a conduit l'expérience. Le chapitre se termine par d'utiles données sur les nombreux ouvrages accessoires que comportent les quais d'un bassin.

Il y a lieu également de louer l'abondance et la précision des renseignements contenus dans le chapitre II sur les écluses des bassins à flot. Si nous pouvions nous permettre une petite observation, elle porterait sur ce que, à notre sens, il eût été utile de compléter ces renseignements par un peu de critique. L'aléa qui pèse sur les travaux maritimes fait que ce n'est qu'à l'usage que peuvent nettement se déceler les avantages ou les défauts de telle ou telle disposition. Aussi les ingénieurs, même du plus grand mérite, sont-ils exposés à adopter des solutions dans lesquelles on reconnaît, par la suite, quelque point faible. L'examen critique de tels exemples est la meilleure école qui puisse servir à former de nouvelles générations d'ingénieurs. L'auteur aura sans doute eu quelque scrupule à s'engager dans une telle voie. Nous avouerons que cela n'est pas sans nous causer quelque regret, et cette observation est d'ailleurs applicable à diverses autres parties de l'ouvrage. En matière de travaux maritimes plus encore que dans aucune autre branche de la science de l'ingénieur, l'enseignement ne doit pas seulement consister à dire : *En tel cas, voilà ce qui a été fait;* il doit ajouter encore : *Voilà quels sont les défauts que l'expérience a révélés dans cette solution.* Il est dommage qu'un maître aussi autorisé que

M. Laroche ne se soit engagé que si timidement dans cette seconde voie.

A propos du chapitre III, qui renferme d'excellentes choses sur les portes d'écluse, nous aurons à faire intervenir l'observation que nous avons faite en commençant. A notre humble avis, la place faite aux types démodés des portes en bois, ou en bois et fer, est trop importante à côté de celle qui a été accordée par l'auteur aux portes entièrement métalliques, les seules, ou à peu près, auxquelles les ingénieurs auront à recourir désormais. Ce chapitre contient aussi de très utiles indications sur les organes divers des portes ainsi que sur les aqueducs et vannes. L'auteur fait connaître, en particulier, les types de vannes les plus récents et les plus perfectionnés

Le paragraphe relatif à la mise en place des portes nous semble un peu sommaire. Peut-être, il est vrai, sont-ce là des notions qui ne se peuvent acquérir que sur les chantiers. En revanche, M. Laroche s'étend très en détail sur la manœuvre des portes pour laquelle il n'omet rien de ce qui est essentiel.

L'auteur a eu la très heureuse idée de compléter son exposé par des annexes, empruntées pour la plupart à des ingénieurs d'une haute compétence, et servant à préciser et à élucider divers points de détail.

C'est ainsi que, sur la matière des chapitres II et III, ne viennent pas se greffer moins de cinq annexes, toutes du plus haut intérêt. La première est relative à l'établissement des grands batardeaux pour fouilles profondes. Les trois suivantes sont des types de calcul relatifs aux portes d'écluse, fournis par MM. les ingénieurs en chef Alexandre, Vétillart et Crahay de Franchimont. De tels modèles sont des plus précieux pour les débutants. Il faut savoir très haut gré à M. Laroche de les avoir intercalés dans son livre. Enfin la dernière annexe contient la description d'un projet de vanne cylindrique basse pour écluse de bassin à flot, par M. Moraillon qui, sous la direction de M. l'ingénieur en chef Fontaine, a si habilement conçu et exécuté des vannes de ce système pour le Canal du Centre.

Le chapitre VI, relatif aux ponts mobiles, est un des meilleurs de l'ouvrage. Il sera très avantageusement consulté par tous les ingénieurs ayant à projeter un ouvrage de ce genre; ils y trouveront toutes les indications qui pourront leur être utiles tant sur les dispositions que sur le mode de manœuvrage des divers types de ponts mobiles.

Ce chapitre est également complété par des annexes, parmi

lesquelles il y a lieu de signaler, comme document tout à fait capital, le calcul complet, par M. l'ingénieur en chef Alexandre, du grand pont tournant du Pollet, à Dieppe.

Il semble, dans le chapitre v, qu'il soit donné un peu trop d'importance aux chasses dont l'emploi, pour entretenir les profondeurs à l'entrée des ports, semble devoir se réduire de plus en plus au fur et à mesure que ces profondeurs augmentent.

Il y a lieu, néanmoins, de signaler la description du procédé de chasse par siphonnement appliqué dans les ports de Honfleur et de Trouville. On peut regretter aussi que l'auteur n'ait pas jugé à propos de traiter la question si délicate de l'entretien des profondeurs à l'entrée des fleuves, qui se lie pourtant à la précédente.

Le chapitre vi donne sur les dragages de très bons renseignements.

On ne saurait que louer également le chapitre vii, de beaucoup le plus important de l'ouvrage, car il occupe à lui seul avec ses annexes plus de la moitié du second volume. Ce chapitre, consacré aux ouvrages et appareils destinés à la réparation des navires, est, en raison de son étendue, divisé en sept sections.

La section i contient les quelques mots qui sont nécessaires relativement au carénage.

La section ii renferme un exposé très précis et très complet de toutes les règles à suivre dans la construction des bassins de radoub, considérés aussi bien au point de vue de leur forme et de leurs dimensions générales qu'à celui de leurs dispositions de détail, sans omettre ce qui a trait à l'exécution de leurs fondations. C'est là un morceau vraiment capital, dans lequel se révèle toute la science spéciale de l'auteur.

Les systèmes de fermeture des bassins de radoub, sur l'importance desquels il est inutile d'insister, occupent toute la section iii, dans laquelle il faut citer particulièrement une théorie très complète des bateaux-portes, inspirée des beaux travaux sur ce sujet de M. l'inspecteur général Henri Bernard.

La construction même des bateaux-portes est traitée peut-être un peu trop sommairement, sans doute parce que l'auteur aura considéré que la question était plutôt du ressort des ingénieurs des constructions navales. Quelques détails de plus auraient pourtant été les bienvenus.

Le calcul de la résistance d'un bateau-porte est aussi seulement esquissé dans le texte, mais, sur ce point, celui-ci est complété par une annexe dont il sera question plus loin.

L'épuisement des bassins de radoub fait l'objet de la section IV; les cales de halages, celui de la section V; les appareils élévateurs (Clark), celui de la section VI. Sur ces divers sujets les renseignements fournis sont très suffisants ; peut-être, néanmoins, l'auteur aurait-il pu s'étendre quelque peu davantage sur la question des épuisements.

La section VII, relative aux formes flottantes, est particulièrement soignée.

Cet important chapitre est complété par des annexes d'un haut intérêt. La première, à laquelle il vient d'être fait allusion, donne le calcul, par M. l'ingénieur de la marine Lemaire, du bateau-porte de la forme n° 2 de Lorient. Les deux suivantes ont trait à la question des épuisements; elles font connaître les solutions proposées pour ce problème, dans deux cas particuliers (Calais et le Havre), par MM. Barret et Farcot. A ce propos, nous nous permettrons de faire observer que, quel que soit le mérite de la solution de M. Farcot, celle-ci n'ayant pas été appliquée au port du Havre, il eût été intéressant de faire aussi connaître celle qui a été adoptée par les ingénieurs de ce port.

La dernière annexe a pour but de fournir une idée du calcul d'un dock flottant. Peut-être eût-il été préférable de choisir un exemple moins ancien que celui du dock flottant de Saïgon, qui remonte à 1886, mais c'est là un point de détail sur lequel il n'y a pas lieu d'insister.

Le chapitre VIII, qui traite de la défense des côtes, contient, notamment en ce qui concerne la construction des épis, d'utiles renseignements, mais il nous semble que l'auteur aurait pu s'étendre davantage sur les revêtements du rivage et des digues.

Sur la question très spéciale de l'éclairage et du balisage des côtes, M. Laroche se contente, dans le chapitre IX, de renvoyer aux ouvrages classiques de Raynaud et d'Allard et de compléter ceux-ci, sur le point particulier des fondations des phares ou balises situés en mer, par l'insertion d'une note intéressante de M. Ribière, ingénieur des ponts et chaussées attaché au service central des phares. Il y joint aussi quelques renseignements de détail fournis par divers ingénieurs.

La question si vaste de l'exploitation des ports est également de nature à donner naissance à des traités spéciaux. M. Laroche se borne à l'esquisser dans le chapitre X, où il s'étend plus particulièrement sur l'outillage.

Enfin, l'auteur, ne pouvant oublier qu'il a été un des premiers pionniers et des plus distingués de la grande œuvre de Suez, dit

quelques mots, dans le chapitre XI, des canaux maritimes, mais sans assez y insister à notre gré. Sur ce point encore, il renvoie, il est vrai, aux ouvrages spéciaux traitant de la matière.

La bibliographie, reléguée dans des tableaux qui terminent chacun des deux volumes, est d'ailleurs des plus riches. Comme pour son premier ouvrage (1), l'auteur en a emprunté la matière aux notes si précieuses de M. Édouard Schwebelé.

Quelles que soient les réserves de détail que nous avons cru pouvoir nous permettre de formuler sur quelques points du livre de M. Laroche, en raison de l'inégale importance accordée à certains sujets, et de la trop grande discrétion de l'auteur au point de vue critique, nous n'hésitons pas à signaler cet important ouvrage comme une mine de précieux renseignements à l'usage des ingénieurs des travaux maritimes, qui avaient été à peu près privés jusqu'ici d'un guide aussi sûr et, dans son ensemble, aussi complet.

II. — Charpente en bois et menuiserie (Denfer). Ainsi que nous le disions à propos d'une précédente publication du même auteur (2), un tel ouvrage, en raison de son caractère technique, par trop spécial, échappe au cadre de la *Revue,* mais, pour les raisons données à l'endroit cité, nous demanderons la permission d'en dire quelques mots.

Ces quelques mots se borneront d'ailleurs à faire connaître en gros le contenu de l'ouvrage.

Le chapitre I est celui dont l'intérêt est le plus général. Il traite des bois et de leurs assemblages. Après avoir indiqué les différentes essences employées en construction et résumé leurs principales propriétés, l'auteur s'occupe du débit et de la conservation des bois. Peut-être sur ce dernier point son exposé n'est-il pas exactement en rapport avec les plus récents progrès de la science. Depuis le procédé Boucherie, aujourd'hui à peu près abandonné, bien d'autres ont été proposés, plus économiques et plus efficaces, sur lesquels le lecteur eût aimé à trouver quelques détails. C'est au surplus ici une question très spéciale, considérée par l'auteur comme un peu accessoire, son but principal étant de faire connaître les règles présidant à la mise en œuvre des bois convenablement préparés.

L'auteur fournit ensuite sur la résistance des bois toutes les données dont le constructeur peut avoir besoin.

(1) Voir la livraison de juillet 1891, p. 302.
(2) Livraison de janvier 1892, p. 272.

Les chapitres suivants, relatifs aux linteaux, aux planchers, aux pans de bois, aux combles, constituent un recueil très complet et très détaillé de toutes les règles à observer dans ces diverses constructions.

Quant aux procédés de construction basés sur l'emploi de la charpente, ils sont réunis dans un chapitre spécial où l'auteur traite successivement des étaiements, des échafaudages, des appareils de levage, des travaux hydrauliques et des cintres. On rencontre là de très utiles renseignements. Peut-être, dans la partie relative aux appareils de levage, pourrait-on désirer un peu plus de détails sur les types si variés et si pratiques dus aux Américains.

L'auteur traite ensuite des ponts et passerelles, ainsi que des escaliers, pour lesquels il fait connaître une grande variété de types.

Un dernier chapitre est réservé à la menuiserie proprement dite.

Aucun ouvrage d'ensemble de cette importance n'avait sans doute été écrit sur ce sujet spécial. C'est dire que tous ceux qui, par profession, ont à s'y intéresser devront nécessairement y recourir. Il constituera pour eux un guide très complet et très documenté.

M. d'Ocagne.

XVIII

Éléments de la théorie des fonctions elliptiques, par J. Tannery, sous-directeur des études scientifiques à l'École normale supérieure, et J. Molk, professeur à la Faculté des sciences de Nancy. Tome I : *Introduction. — Calcul différentiel* (1re partie). — 1 vol. in-8° de x-246 pages. — Paris, Gauthier-Villars, 1893.

En rendant compte, dans cette *Revue* (1), du traité des fonctions elliptiques d'Halphen, nous émettions la pensée que l'apparition de cet admirable ouvrage inaugurait en France une ère nouvelle au point de vue de l'enseignement de la théorie des fonctions elliptiques, et que désormais un traité fondé sur l'emploi des vieilles méthodes, comme celui de Briot et Bouquet, ne devait plus présenter qu'un intérêt purement historique. Peut-

(1) Livraison d'octobre 1886, p. 605.

être une telle allégation avait-elle quelque chose de trop absolu; elle comportait cependant une forte part de vérité; nous n'en voulons pour preuve que la publication des *Éléments* qui nous sont maintenant donnés par MM. Tannery et Molk, et qui sont basés, ainsi que le livre d'Halphen, sur l'emploi des notations de M. Weierstrass.

Les deux ouvrages ne font d'ailleurs pas double emploi. Celui de MM. Tannery et Molk, destiné surtout aux étudiants, est d'un caractère bien plus élémentaire et, partant, d'une lecture bien plus facile. Pour ceux qui veulent approfondir dans tous ses détails la difficile théorie des fonctions elliptiques, il constituera une excellente préparation à la lecture du magistral traité d'Halphen, ainsi que des Mémoires originaux des maîtres de la science: Abel, Jacobi, Kronecker, Hermite, Weierstrass,....

Les *Éléments* de MM. Tannery et Molk occuperont quatre volumes. C'est le premier seulement qui vient de paraître, et, sous le titre d'*Introduction,* une bonne moitié de celui-ci est consacrée à des notions préliminaires dont les auteurs ont jugé, avec beaucoup de raison, devoir faire un exposé spécial avant d'entrer dans le vif de leur sujet.

C'est la théorie des séries et des produits infinis qui sert de base au corps de l'ouvrage. Comme celle-ci n'est pas toujours exposée d'une façon suffisamment rigoureuse ni assez complète dans les traités élémentaires, les auteurs ont tenu d'abord à la développer avec tous les détails désirables, de façon qu'en aucun cas le lecteur ne puisse avoir une hésitation sur le sens précis et la valeur des propositions générales invoquées dans l'enchaînement de la théorie. On ne saurait trop louer une telle préoccupation, surtout lorsqu'elle donne lieu à un exposé aussi parfait que celui qui nous est livré par MM. Tannery et Molk dans leur *Introduction.*

Cette Introduction est divisée en trois chapitres.

Le chapitre I, consacré aux séries et produits infinis à termes constants, a pour but de mettre en relief l'importance de la notion de la convergence absolue, grâce à laquelle on peut raisonner sur les séries et les produits infinis à simple ou à double entrée exactement comme sur les sommes et les produits finis.

Dans le chapitre II, les auteurs abordent l'étude des séries et produits infinis dont les termes dépendent d'une variable. Après quelques définitions et propositions générales relatives à la notion de l'uniformité de la convergence, MM. Tannery et Molk s'attachent spécialement aux séries entières, qui intéressent sur-

tout les applications qu'ils auront ultérieurement en vue, et montrent comment ces séries donnent naissance, soit directement, soit par leur combinaison, à des fonctions continues admettant des dérivées, à l'intérieur d'un certain cercle. Ici se place l'intéressant procédé de la *continuation,* grâce auquel on peut franchir les limites de ce cercle. Les auteurs le développent avec un soin et une rigueur au-dessus de tout éloge, et l'éclairent d'un exemple particulièrement frappant en l'utilisant à la démonstration du théorème fondamental relatif à l'existence des solutions des équations différentielles linéaires.

Enfin, le chapitre III de l'Introduction est relatif aux fonctions transcendantes entières. On sait, depuis les travaux de MM. Weierstrass et Mittag-Leffler, construire de toutes pièces de telles fonctions présentant des zéros ou des pôles à distance finie donnés, ou encore, en des points donnés, des discontinuités polaires ou essentielles prescrites à l'avance. C'est l'exposé de cette théorie qui est donné par les auteurs, après un résumé sur les fonctions exponentielles et circulaires. A ce dernier propos, nous nous permettrons de critiquer le choix des notations adoptées par les auteurs, après Serret et quelques autres, pour les nombres de Bernoulli, à savoir

$$B_1 = \frac{1}{6}, \quad B_2 = \frac{1}{30}, \quad B_3 = \frac{1}{42}, \quad B_4 = \frac{1}{30}, \ldots$$

au lieu de

$$B_0 = 1, \quad B_2 = \frac{1}{6}, \quad B_4 = -\frac{1}{30}, \quad B_6 = \frac{1}{42}, \quad B_8 = -\frac{1}{30}, \ldots$$

$$B_1 = \frac{1}{2}, \quad B_3 = 0, \quad B_5 = 0, \quad B_7 = 0, \quad B_9 = 0, \ldots$$

système avec lequel les propriétés arithmétiques de ces nombres remarquables prennent une forme beaucoup plus simple (1). Ce n'est là, en l'espèce, qu'un point de détail, mais nous avons tenu à saisir cette nouvelle occasion de recommander un système de notations dont, pour ceux qui se sont particulièrement occupés de la question, les avantages sont incontestables.

(1) Voir à ce propos : É. Lucas. *Théorie des nombres* (t. I, p. 239). — E. Cesarò. *Sur les nombres de Bernoulli et d'Euler* (Nouv. Ann. de Math., 1886, p. 305). — M. d'Ocagne. *Sur une classe de nombres remarquables* (Americ. Journ. of Math., 1887, p. 380), et *Sur les nombres de Bernoulli* (Bull. de la Soc. math. de France, 1889, p. 107).

A la suite de cette Introduction, d'une impeccable rigueur en même temps que d'une éclatante netteté, MM. Tannery et Molk abordent leur sujet principal.

La double périodicité étant la propriété fondamentale qui leur servira à définir les fonctions elliptiques, ils débutent tout naturellement par un court chapitre renfermant des considérations générales sur les fonctions périodiques, d'où découle de la façon la plus naturelle la notion de la fonction σu.

Après avoir, en effet, montré comment les théorèmes établis dans l'Introduction permettent de construire des fonctions entières présentant une périodicité simple donnée et esquissé la façon dont on pourrait, en suivant cette voie, établir en toute rigueur la théorie des fonctions trigonométriques, les auteurs en arrivent à l'examen de la périodicité double. Ils démontrent qu'une telle périodicité ne peut exister qu'autant que le rapport des périodes est imaginaire, puis. ainsi que l'a remarqué Liouville, qu'elle ne saurait appartenir à une fonction entière qu'autant que celle-ci se réduirait à une constante, et se trouvent ainsi tout naturellement conduits à rechercher, parmi les fonctions les plus simples après les fonctions entières, c'est-à-dire parmi les fonctions univoques n'admettant pas d'autres singularités à distance finie que des pôles, celles qui sont doublement périodiques. Ils aboutissent ainsi, par une marche des plus rationnelles, à la notion de la fonction σu qui constitue la clef de la théorie des fonctions elliptiques.

L'étude de cette fonction σu, ainsi que des fonctions ζu et pu qui en dérivent, occupe tout le second chapitre qui représente d'ailleurs, à lui seul, plus du tiers du volume. Afin de mettre plus d'ordre dans cette étude, les auteurs l'ont divisée en six paragraphes.

Dans la paragraphe I, ils construisent la fonction σu, obtenue sous forme d'un produit infini à double entrée, et en déduisent les fonctions ζu et pu, données par des séries à double entrée, pour faire aussitôt ressortir les propriétés résultant immédiatement de ces expressions fondamentales, notamment en ce qui concerne l'addition des périodes.

Nous devons signaler ici la modification introduite par les auteurs dans les notations de M. Weierstrass en ce qui concerne les demi-périodes, qu'ils désignent par ω_1, ω_2, ω_3, au lieu de ω, $-\omega''$, ω'. Ainsi qu'ils le remarquent eux-mêmes, dans la Préface, le principal inconvénient résultant de là sera de forcer le lecteur à quelque attention, lorsqu'après s'être familiarisé avec ce

système de notations, il voudra se reporter aux travaux de M. Weierstrass et de ses disciples. Mais, à tout prendre, cet inconvénient n'est pas bien grave; il eût été plus sensible si les auteurs n'avaient eu la précaution de changer, en même temps que leur ordre, l'*écriture* même des indices (pourvus d'indices au lieu d'exposants); tel qu'il est, il peut être tenu pour très acceptable; et les avantages qui résultent d'autre part de la symétrie attachée aux nouvelles notations justifient parfaitement, selon nous, le parti auquel se sont arrêtés MM. Tannery et Molk.

Dans le paragraphe II apparaissent entre les fonctions σu, ζu, pu, $p'u$ des relations plus cachées, mais de la plus haute importance, parmi lesquelles il convient de signaler la relation fondamentale entre pu et $p'u$. On y voit également s'introduire la notion des invariants g_2 et g_3 qui présentent le caractère remarquable de suffire à déterminer chaque fonction pu.

Le paragraphe III est réservé à la transformation en un produit infini à simple entrée du produit infini à double entrée servant à définir la fonction σu, et à quelques conséquences immédiates de cette expression nouvelle.

De même que la commodité des notations conduit tout naturellement à adjoindre la fonction *cosinus* à la fonction *sinus*, de même interviennent ici les trois *cofonctions* $\sigma_1 u$, $\sigma_2 u$, $\sigma_3 u$ de M. Weierstrass. Elles sont étudiées en détail dans le paragraphe IV, qui se termine par l'examen spécial d'un cas particulier très important (celui où ω_1 et $\frac{\omega_3}{i}$ sont réels et positifs) destiné à permettre au lecteur de se faire une image plus nette de l'ensemble des résultats acquis.

Le reste du chapitre est consacré au problème de la transformation, considéré d'abord dans le cas particulier où on substitue aux périodes primitives des périodes équivalentes (paragraphe IV), puis dans le cas où on effectue sur les périodes la substitution linéaire à coefficients entiers (et à déterminant non nul, bien entendu) la plus générale (paragraphe V). Ce dernier problème se ramène finalement à la substitution des périodes $\frac{2\omega_1}{n}$ et $2\omega_3$ aux périodes $2\omega_1$ et $2\omega_3$, problème qui se divise lui-même en deux parties correspondant aux cas de $n=2$ et n impair.

En raison de l'usage qu'ils auront à en faire dans la suite de l'ouvrage, les auteurs ont réuni à la fin du volume quelques notations et propositions concernant la théorie des substitutions

Ce petit hors-d'œuvre algébrique est d'ailleurs loin de déparer l'ensemble du livre.

Une rigueur absolue, une clarté parfaite, une méthode excellente, auxquelles s'allie très heureusement l'élégance des déductions, telles sont les qualités essentielles qui se manifestent dès ce premier tome des *Éléments* de MM. Tannery et Molk. On peut être assuré, avec de tels auteurs, que la suite de l'ouvrage ne démentira pas la bonne impression donnée par son début. Le besoin d'un Traité élémentaire des fonctions elliptiques fondé sur les méthodes modernes était évident pour tous ceux qui s'intéressent à cette théorie. La belle publication de MM. Tannery et Molk, si luxueusement éditée par la maison Gauthier-Villars, donnera à ce besoin pleine et entière satisfaction.

M. d'Ocagne.

XIX

Mathématiques et Mathématiciens, pensées et curiosités recueillies par A. Rebière. 2e édition revue et augmentée. — 1 vol. in-8° de 566 pages. — Paris, Nony et Cie; 1893.

La première édition du livre si curieux de M. Rebière, parue en 1889, et à laquelle M. Mansion a consacré dans cette *Revue* un compte rendu détaillé (1), contenait 282 pages. L'ouvrage a donc, dans sa deuxième édition, doublé d'étendue. C'est dire d'un seul mot l'importance des additions qui y ont été introduites. Ces additions n'ont d'ailleurs pas modifié le caractère général du livre, tout imprégné du plus pur éclectisme, ouvert à la fois aux opinions vraies et aux opinions fausses, aux pensées profondes et aux aperçus baroques, au grave et au plaisant, à l'histoire et à l'anecdote, aux curiosités, aux paradoxes, aux problèmes bizarres, etc.... Dans son ensemble, il fait un peu songer — à la différence du genre près — à l'œuvre de Rabelais, où la philosophie la plus subtile se mêle à la fantaisie poussée jusqu'à l'outrance, et la célèbre comparaison de l'os à moelle, invoquée par le grand écrivain pour son propre compte, pourrait fort bien lui être appliquée.

M. Rebière n'a nul souci d'édifier une doctrine au moyen de

(1) Livraison de juillet 1889, pp. 278 et suiv.

citations empruntées à toutes les sources, mais venant, en quelque sorte, se corroborer et se compléter. De la mine qu'il a exploitée il livre au public ce qu'en terme technique on nomme le *tout-venant*. C'est à chacun de choisir dans l'ensemble ce qui lui convient. Cette manière de faire ajoute du piquant et de l'originalité à l'ouvrage ; elle n'est peut-être pas exempte non plus de quelque danger à l'égard du lecteur chez qui des études antérieures n'ont pas éveillé le sens critique en cet ordre d'idées.

Au surplus, M. Rebière juge lui-même son œuvre, dans une seconde préface, avec une pleine indépendance d'esprit.

" Nous sentons, dit-il, que nous sommes resté quelquefois superficiel, décousu, frivole; nos extraits sont de valeur inégale; nous n'avons pas toujours conclu entre des opinions différentes; enfin nous aurions dû mieux indiquer nos sources. Après cet aveu, on nous permettra de citer ces quelques lignes, écrites par M. Delezenne, il y a une cinquantaine d'années : " A mon sens, je „ dirais : premier volume, la Science; deuxième volume, Variétés, „ Curiosités, Bazar géométrique. Le bon, le médiocre, le fort, le „ faible, le curieux, le joli. l'important, tout y trouverait place. „ En réalisant l'idée du professeur de Lille, nous avons pensé qu'un peu d'ordre et de choix ne gâterait pas ce pêle-mêle. „

De fait, en dépit de la multiplicité des genres abordés et de la diversité des sources auxquelles il s'est adressé, l'auteur a su grouper ses extraits dans un certain nombre de classes indiquées en détail dans le compte rendu de M. Mansion. Sous ce rapport, la deuxième édition présente diverses améliorations sur la première, d'une part, par un rattachement plus judicieux de certains extraits à telle ou telle classe, de l'autre, par l'introduction de divisions nouvelles dans les *Variétés et Anecdotes* ainsi que dans les *Paradoxes et Singularités,* d'où résulte une plus grande harmonie.

Ce n'est d'ailleurs pas sous ce seul rapport, ni sous celui d'une plus grande richesse, que le livre s'est amélioré. Bien des points prêtant à la critique (particulièrement visés par M. Mansion dans son remarquable compte rendu) ont été corrigés. C'est ainsi que telles citations, empruntées à un auteur connu pour l'ardeur de ses polémiques (citations qui avaient déplu au savant professeur de Gand), ont disparu; que la partie historique a été notablement élargie en franchissant le cercle des mathématiciens français; que l'histoire des mathématiques de M. Cantor se trouve citée à sa place; que la liste des mathématiciennes a été complétée; que quelques anecdotes douteuses ont été supprimées ; etc....

Peut-être l'auteur eût-il pu, au milieu de ce dédale d'opinions contradictoires, observer une attitude moins strictement neutre que celle qu'il s'est imposée. Quelques mots de critique légère et discrète accompagnant telle ou telle citation ne seraient point pour gâter le plaisir de la lecture, tout au contraire. A la vérité, M. Rebière s'est bien, de loin en loin, permis quelques remarques critiques (notamment pp. 5, 11, 37, 58, 79, 82, 229, ..) ; mais il n'en a que trop rarement saisi l'occasion. On est d'autant plus fondé à le regretter que certains morceaux, sous l'anonymat desquels on devine sa plume, donnent une excellente idée de sa manière, témoin celui qui termine le chapitre *Philosophie et Morale* (p. 168).

Le livre est d'ailleurs loin d'être écrit pour les seuls mathématiciens. Ceux-ci trouveront certes grand plaisir à le lire, et on ne saurait douter qu'ils tiennent tous à le faire. Mais le plus grand profit de cette lecture sera peut-être pour les gens éclairés, curieux des choses de l'esprit, que leurs études ordinaires ont tenus éloignés des mathématiques. Le domaine de ces sciences,

" Qu'entoure et que protège un triple mur d'airain, "

a dit le poète (1), reste obstinément fermé à ceux qui n'ont point reçu l'initiation très spéciale nécessaire pour en franchir le seuil. Aussi forme-t-il un monde à part, entouré d'un mystère qui ne va pas sans une sorte de frayeur instinctive. Mais nombre de gens instruits quoique non mathématiciens, qu'aiguillonne la curiosité du savoir, ne seraient pas fâchés de jeter un coup d'œil par-dessus ce " triple mur d'airain " pour se faire une idée, fût-elle vague et incomplète, des transactions qui se passent à l'intérieur de l'enceinte. Ceux-là trouveront, dans le livre de M. Rebière, un guide excellent pour un tel examen, et il ne leur coûtera nulle peine de s'y livrer, car la grande richesse en même temps que l'extrême variété des matériaux qui composent ce livre en rendent la lecture des plus attrayantes.

Ils y rencontreront bien des jugements sévères sur les mathématiques, tels que celui-ci de Mgr Dupanloup (p. 160) : " Je comparerai volontiers les lumières des mathématiques à ces pâles soleils du nord, sous lesquels on reste glacé..... Ils ne font éclore que des fleurs sans parfum et des fruits sans saveur. " Et cet

(1) Claudius Popelin, *Mathématicien*, sonnet dédié à M. Joseph Bertrand.

autre de Lamartine (p. 217) : " L'enseignement mathématique fait l'homme machine et dégrade la pensée. L'âme d'un peuple n'est pas ce chiffre muet et mort à l'aide duquel il compte des quantités et mesure des étendues : la toise et le compas en font autant. „

Mais ils n'auront pas de peine à discerner le défaut de ces opinions émanant d'hommes mal informés, si éminents d'ailleurs qu'ils aient pu être dans d'autres voies. L'ensemble du livre de M. Rebière ne leur laissera aucune hésitation à cet égard. Ils n'auront même pas besoin pour cela d'écouter la voix des seuls mathématiciens, qui pourraient lui sembler trop intéressés dans le débat ; il leur suffira d'entendre l'exclamation admirative d'un autre poète, mieux instruit, celui-là, du véritable caractère de la science. Voici, en effet, ce que dit M. Sully-Prudhomme (p. 316) : " Oh ! produire une indiscutable beauté, comme celle d'un théorème démontré avec une simplicité ingénieuse, avec élégance en un mot, et d'une si haute portée que la prédiction d'un mouvement céleste en dépende ! Vous est-il permis, à vous autres artistes, à vous surtout poètes, de goûter jamais le tranquille orgueil d'une création pareille ? „

Voulant se couvrir, auprès des gens graves, de l'autorité de Pascal, l'auteur cite dans sa préface ce mot du grand géomètre : " Les matières de géométrie sont si sérieuses d'elles-mêmes, qu'il est avantageux qu'il s'offre quelque occasion pour les rendre un peu divertissantes. „ M. Rebière a, certes, bien su profiter de l'occasion qui s'est présentée à lui. Son livre, en même temps que des plus instructifs, est des plus amusants. Les additions si nombreuses et si variées que contient cette deuxième édition en font, à la vérité, un ouvrage nouveau ; elle sera enlevée, nous ne saurions en douter, avec autant de rapidité que la précédente, et nous aurons plaisir à signaler aux lecteurs de la *Revue* les modifications encore apportées à la troisième édition.

M. d'Ocagne.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

CHIMIE

—

Les réactions chimiques aux basses températures. — M. Raoul Pictet, professeur de physique à Genève, bien connu déjà par ses travaux sur la liquéfaction des gaz regardés jusqu'alors comme permanents, vient de publier dans les *Comptes rendus* de l'Académie des sciences de Paris une série d'articles qui tous ont pour titre commun : " *Essai d'une méthode générale de synthèse chimique.* „ Comme base de ses nouvelles recherches, M. Pictet développe, dans son premier article (1), une hypothèse sur la constitution des corps et sur la nature des réactions chimiques. Sans entrer dans les détails, nous nous contenterons de signaler un point important par les expériences qu'il suggère. L'attraction exercée entre deux atomes prend successivement, d'après les distances qui les séparent, les noms de *gravitation,* de *cohésion* et d'*affinité*. En ne considérant que cette dernière, M. Pictet envisage tout phénomène chimique comme le résultat de la tendance de deux masses matérielles à tomber l'une sur l'autre suivant la droite qui passe par leurs centres de gravité. Il admet qu'il existe sur cette droite trois positions d'équilibre, c'est-à-dire trois positions où l'affinité mutuelle des deux masses

(1) *Comptes rendus,* CXV, 708.

est nulle. Cet équilibre est stable dans les deux positions extrêmes, instable dans la position intermédiaire. En discutant cette hypothèse, M. Pictet arrive à la conclusion que deux masses matérielles quelconques au zéro absolu de température ou fortement refroidies seront sans affinité. On pourra toutefois provoquer la réaction entre deux corps même à ces basses températures, en leur fournissant de l'énergie extérieure, celle que transportent par exemple l'étincelle ou le courant électrique. Nous ne discuterons pas la valeur théorique de cette hypothèse; elle a certainement des points faibles, et les expériences dont nous allons parler ne suffisent pas pour la justifier.

Un premier fait que M. Pictet, par plus de 200 expériences, a mis en pleine lumière, est que toute action chimique cesse aux basses températures (1). Même les corps qui, aux températures ordinaires, agissent les uns sur les autres avec le plus d'énergie, sont inertes lorsqu'on les refroidit fortement. Voici quelques-unes des expériences effectuées par M. Pictet.

On met en présence de l'acide sulfurique concentré, refroidi à — 125°, et de la soude caustique en poudre fine, également refroidie à — 125°. Aucune réaction ne s'établit, même lorsqu'on comprime fortement le mélange. Si l'on y fait passer l'étincelle électrique, en ayant soin de le maintenir à la même basse température, la réaction de l'acide sur la soude se produit sur le trajet de l'étincelle sans se communiquer aux parties avoisinantes. Mais si on laisse monter lentement la température du mélange, vers — 80° la réaction s'établit brusquement et avec une très grande énergie. On peut remplacer la soude caustique par la potasse; les mêmes phénomènes se produisent, seulement la réaction commence plus tôt, vers — 90°.

En étudiant de la même manière l'action qu'exerce l'acide sulfurique concentré sur le sel marin, on constate que jusque — 50° il n'y a aucune réaction; de — 50° à — 25° il y a une réaction limitée, et à partir de — 25° elle s'étend à toute la masse.

Lorsqu'on présente à l'acide sulfurique étendu refroidi à — 85° du potassium métallique à la même température, celui-ci n'est absolument pas attaqué : il conserve tout son éclat métallique. Mais dès que la température s'élève à — 68°, il s'enflamme et une réaction très vive s'établit.

Citons une dernière expérience du même genre. Une solution alcoolique bleue de tournesol, refroidie à — 140°, est versée sur

(1) *Comptes rendus*, CXV, 814.

l'acide chlorhydrique liquide refroidi à — 125°. Elle reste parfaitement bleue, même lorsqu'on l'agite, aussi longtemps que la température n'atteint pas — 110°. A cette température, la solution passe subitement au rouge vif.

L'abaissement de température fournissant le moyen d'annuler et de régler les affinités chimiques à volonté, M. Pictet a tenté de réaliser la synthèse de différents composés par l'emploi méthodique des basses températures (1). Les expériences ont porté sur les dérivés nitrés de la naphtaline, du toluol et du phénol; il a réussi à obtenir facilement, par cette nouvelle méthode de synthèse immédiate, un certain nombre de corps qu'on ne préparait jusqu'ici que très difficilement. Toutefois il est encore permis de douter que la synthèse aux basses températures soit aussi générale que M. Pictet semble le croire.

Enfin, un autre résultat obtenu par l'illustre professeur de Genève est la purification complète de certaines substances, comme le chloroforme et l'éther sulfurique, par l'emploi des basses températures (2).

Les conclusions les plus importantes qu'on peut tirer des travaux de M. Pictet semblent être celles-ci :

1. Aux températures inférieures à — 130°, aucune réaction chimique ne se produit, quels que soient les corps mis en présence.

2. Lorsqu'on élève lentement la température des corps mis en présence, la réaction commence à un point précis que l'on peut appeler la température critique du mélange.

3. Tandis que les réactions endothermiques, c'est-à-dire les réactions qui absorbent de la chaleur, sont toujours limitées par la quantité d'énergie qu'on leur fournit, les réactions exothermiques cessent de l'être si l'on n'enlève pas la chaleur produite par la réaction; dès qu'on néglige de refroidir le mélange, la réaction s'étend à toute la masse.

4. L'emploi méthodique de l'abaissement de température permet de faire la synthèse de certaines substances qu'on ne prépare que difficilement par d'autres méthodes. Des expériences ultérieures nous diront si cette méthode nouvelle de synthèse chimique possède toute la généralité que M. Pictet lui suppose.

Les réactions chimiques aux températures élevées. — Pendant que M. Pictet étudiait les réactions chimiques aux

(1) *Comptes rendus*, CXVI, 815.
(2) *Revue scientifique*, t. LI, p. 586.

températures très basses, un autre chimiste célèbre, connu déjà des lecteurs de la *Revue,* M. Henri Moissan, poursuivait l'étude des réactions chimiques dans des conditions tout à fait opposées.

Jusqu'ici les températures utilisées les plus élevées ne dépassaient pas 1900 à 2000°. C'est par le chalumeau oxhydrique que l'on y parvenait. M. Moissan eut l'heureuse idée d'utiliser l'arc voltaïque comme source de chaleur, ce qui lui permit d'arriver à des températures d'environ 3000° et même de 3500° (1). Le four qu'il emploie à cet effet est des plus simples : deux briques de chaux vive bien dressées sont appliquées l'une sur l'autre. Une rainure creusée dans la brique inférieure laisse passer les deux crayons de charbon entre lesquels l'arc doit se former. Au milieu de cette rainure, on a ménagé une petite cavité destinée à recevoir la matière à examiner. Comme les recherches de M. Violle l'ont établi (2), la température de l'arc voltaïque ne dépend pas de la force du courant qui le produit ; elle n'est autre que celle de la volatilisation du carbone et s'élève à 3500°. Lorsque le courant employé pour produire l'arc électrique a une intensité de 30 ampères sous une tension de 55 volts, la température dans le creuset ne dépasse guère 2250°. Mais en utilisant un courant de 450 ampères et 70 volts, la température s'élève à 3000° environ. Dans ces conditions, la matière même du four, la chaux vive, fond et devient tout à fait liquide.

Ayant ainsi réalisé des conditions qui permettent l'examen des réactions chimiques à des températures jusque-là inabordables, M. Moissan a étudié d'abord une série d'oxydes métalliques (3). Nous ne ferons qu'indiquer les résultats principaux.

Les oxydes de calcium, de strontium et de magnésium cristallisent à une température supérieure à 2000° ; puis ils fondent rapidement.

L'oxyde d'aluminium, chauffé au delà de 2000° dans un creuset en charbon, commence par cristalliser, puis se volatilise complètement. En ajoutant à l'oxyde d'aluminium, avant qu'il cristallise, un peu de sesquioxyde de chrome et en chauffant ce mélange, M. Moissan a obtenu du rubis.

Les oxydes de la famille du fer, c'est-à-dire ceux de chrome, de manganèse, de fer, de nickel et de cobalt, fondent facilement à ces hautes températures et fournissent de petits cristaux.

(1) *Comptes rendus,* CXV, 1031.
(2) *Revue des questions scientifiques,* janvier 1893.
(3) *Comptes rendus,* CXV, 1034.

L'oxyde de cuivre est complètement décomposé vers 2500° et donne du cuivre métallique, en même temps qu'un composé double, cristallisé, formé des oxydes de calcium et de cuivre.

L'oxyde de zinc se volatilise rapidement.

Après avoir ainsi étudié l'action d'une température très élevée sur différents oxydes métalliques, M. Moissan a utilisé ce même procédé pour la réduction de certains oxydes métalliques en présence du charbon (1). On sait que la réduction des oxydes par le charbon à de hautes températures constitue un moyen précieux et fort employé pour obtenir les métaux en liberté. C'est ainsi par exemple qu'on extrait le fer, le zinc, le cuivre et d'autres métaux de leurs oxydes. M. Moissan mit donc dans la cavité du four électrique de la poudre de magnésie, que l'on sait être très stable, même aux températures les plus élevées. Par-dessus cette poudre il plaça un creuset en charbon de cornue, renfermant le mélange de charbon et d'oxyde à réduire. Quand le métal à obtenir était volatil, M. Moissan faisait traverser le four par un courant d'hydrogène qui entraînait les vapeurs métalliques. En opérant ainsi, il put recueillir les vapeurs des métaux alcalino-terreux, le calcium, le strontium, le baryum.

Lorsque le métal n'était pas volatil vers 3000°, il s'accumulait sous forme d'un lingot au fond du creuset. Le 20 février, M. Moissan put présenter à l'Académie des sciences de Paris un échantillon d'uranium métallique de 600 gr., obtenu dans les conditions précédentes, en utilisant l'arc d'un courant de 450 ampères et 60 volts pendant une demi-heure à peu près. Mais l'échantillon n'était pas de l'uranium absolument pur; il renfermait encore une petite quantité de carbone et était en cela parfaitement assimilable à la fonte, qui est du fer contenant aussi une certaine quantité de carbone.

En opérant sur les oxydes de chrome et de manganèse, M. Moissan a obtenu facilement ces deux métaux. Si l'on dispose d'un courant de 350 ampères et de 50 volts, la réduction se fait rapidement; en 10 minutes on a un culot de 100 à 110 gr. environ de chrome. Pour débarrasser le chrome ainsi obtenu du carbone qu'il renferme, on le soumet encore une fois à l'action de l'arc électrique, mais en présence de l'oxyde : dans ces conditions tout le carbone est brûlé.

Par les même méthodes, M. Moissan a obtenu encore différents autres éléments, et il paraît probable qu'à l'avenir on réussira,

(1) *Comptes rendus*, CXVI, 347, 349.

en suivant la voie tracée par le savant chimiste français, à préparer en grand une foule de métaux qui jusqu'ici ne pouvaient être obtenus qu'avec beaucoup de peine. Par le fait même, leur prix de revient subira une diminution analogue à celle qu'on a pu constater les dernières années pour le sodium et pour l'aluminium.

La reproduction artificielle du diamant. — De tout temps le diamant a été regardé comme la pierre précieuse par excellence. Il doit sa grande valeur à certaines propriétés spéciales, à sa grande dureté, surtout à sa parfaite transparence et au pouvoir exceptionnel de réfracter la lumière. Sa dureté dépasse celle de tous les autres corps: il les raye tous, et aucun ne peut l'entamer. Malgré cela, le diamant est très fragile, et il est aisé de le pulvériser dans un mortier. On a des diamants colorés en rouge, jaune, brun, vert et noir; mais ceux qui sont parfaitement incolores et transparents sont les plus estimés. Le diamant cristallise sous les formes du système cubique : souvent il se présente en rhombododécaèdre ou en hexoctaèdre. Ordinairement ses faces sont légèrement convexes, de manière que l'hexoctaèdre se rapproche beaucoup de la sphère. Quelle que soit d'ailleurs sa forme cristalline, on observe toujours un clivage parfait et facile suivant les faces de l'octaèdre.

Les gisements de diamant les plus importants sont ceux de l'Inde, aujourd'hui à peu près épuisés. On en trouve aussi au Brésil, dans l'Oural et au Cap.

Une des premières expériences faites en vue de reconnaître la nature du diamant fut sa combustion au foyer d'un grand miroir ardent; elle fut réalisée en 1694 par deux savants de l'Académie des sciences de Florence. On la répéta à Vienne en 1750 sous une autre forme : on chauffa un diamant dans un creuset; il disparut presque complètement. On conclut de ces recherches que le diamant était d'une nature différente de celle des autres pierres précieuses. En 1771, Macquer et Lavoisier brûlèrent eux aussi le diamant, et recueillirent le produit de cette combustion; un examen attentif leur montra que c'était de l'anhydride carbonique; le diamant renfermait donc du carbone. Mais il fallut attendre que H. Davy, en 1814, eût mesuré le volume de gaz carbonique produit par cette combustion, pour savoir que le diamant est du carbone pur. Cette conclusion fut confirmée par le fait que le diamant traité par le nitrate de potassium en fusion se transforme aisément en carbonate de potassium, et que le

mélange chromique l'oxyde, quoique difficilement, et en fait de l'anhydride carbonique.

Si l'on examine avec soin les gisements de diamant, on constate que ce sont pour la plupart des terres d'alluvion. Petzholdt, savant médecin allemand, remarqua que les cendres du diamant renferment de petites quantités de silice et de fer. Mais il se trompa quand il crut, par l'analyse microscopique, reconnaître dans le diamant un tissu cellulaire rappelant celui des plantes, et ce fut à tort qu'il déduisit de toutes ces circonstances la conclusion que le diamant est d'origine végétale, et que c'est dans la dernière phase de leur transformation en charbon que les végétaux donnent naissance au diamant. Dans la suite, on tenta de reproduire artificiellement le diamant, mais sans aboutir. De temps en temps, il est vrai, la nouvelle du succès courut le monde; mais une observation attentive vint toujours la démentir : ce que l'on avait pris pour du diamant n'était que de la silice, du graphite, etc. Pour ne mentionner qu'un exemple : Despretz, en faisant jaillir l'étincelle électrique dans le vide entre un cylindre de charbon et un faisceau de fils de platine, obtint au bout d'un mois un dépôt noir sur le platine. Ce dépôt, regardé d'abord comme du diamant, n'était, comme on le reconnut plus tard, que du graphite.

Voilà à peu près où en était la question de la reproduction artificielle du diamant, lorsque M. Moissan reprit cette étude. En l'abordant, il s'est livré à une série de recherches analytiques, qui lui firent reconnaître le diamant dans la terre bleue du Cap, et dans le fer météorique de Cañon Diablo. Cette découverte était capitale. Comme nous l'avons dit, la plupart des gisements de diamant sont des terres d'alluvion; ils ne peuvent donc fournir aucun renseignement précis sur les circonstances de la formation de ce minéral. Il en est tout autrement de la terre bleue du Cap. Là on trouve sur un espace fort restreint plus de 80 espèces minérales, parmi lesquelles le fer titané prédomine. Parmi ces différents minéraux, il y a de petits cristaux de diamant et du graphite. Pour reconnaître plus sûrement encore les substances qui accompagnent le diamant, et qui peut-être concourent à sa formation, M. Moissan brûla un certain nombre de ces pierres précieuses de différentes provenances, et appartenant non seulement à la variété noire, mais aussi aux diamants parfaitement incolores et transparents. En analysant soigneusement les cendres ainsi obtenues, il constata qu'à l'exception d'un seul échantillon, toutes les pierres brûlées contenaient du fer.

M. Moissan en conclut que le diamant naturel a pris naissance dans le fer en fusion.

Pour imiter ces conditions, l'éminent chimiste essaya d'abord de faire absorber du charbon par le fer fondu à l'aide du chalumeau oxhydrique. Comme ces essais ne l'amenaient pas au résultat voulu, il inventa le four électrique dont nous avons parlé dans un des paragraphes précédents. A l'aide de ce dispositif, qui se recommande par sa grande simplicité, M. Moissan parvint à obtenir une température de plus de 3000°. Mais, même dans ces conditions, toute tentative pour reproduire le diamant échoua; on n'obtenait que du graphite. L'idée vint alors à M. Moissan que la chaleur seule ne suffit pas, qu'il faut y joindre une pression très forte. En effet, tandis que la densité du graphite est 2,2, celle du diamant est 3,5: une même masse de carbone occupe donc comme diamant un volume beaucoup plus restreint que comme graphite. D'autre part, la terre bleue du Cap, dont nous avons parlé, montrait, à côté de petits diamants, du granit qui, comme on sait, ne prend naissance que sous une forte pression. Mais comment obtenir cette pression? A des températures voisines de 3000°, toutes les substances qui servent à la fabrication des vases se fondent. Le génie de M. Moissan sut encore triompher de cette difficulté, en apparence insurmontable. Se souvenant que la fonte fluide possède la même propriété que l'eau, de se dilater lors de sa solidification, voici quelle fut sa manière d'opérer.

On comprime fortement du sucre dans un cylindre en fer doux fermé par un bouchon à vis. Ce cylindre est introduit rapidement dans une masse d'environ 200 grammes de fer doux, fondue au four électrique. On le retire bientôt pour le plonger dans de l'eau froide et déterminer ainsi une croûte solide. Dès que celle-ci est arrivée à la température du rouge sombre, on retire le creuset de l'eau et on laisse le refroidissement s'achever lentement à l'air. On traite ensuite le culot métallique successivement à l'acide chlorhydrique, pour détruire le fer, et à l'eau régale, à l'acide sulfurique bouillant, à l'acide fluorhydrique, etc., pour se débarrasser des autres substances, et notamment des différentes variétés inutiles de charbon. M. Moissan obtint ainsi quelques fragments très petits, de densité 3,5, qui rayaient le rubis et qui, chauffés à 1000°, disparaissaient complètement. De ces fragments les uns sont noirs, d'autres parfaitement transparents: ce sont des diamants. Dans la suite, M. Moissan a réussi à obtenir des diamants de diffé-

rentes couleurs, mais malheureusement toujours très petits. Jusqu'ici ils ne dépassent guère la grosseur d'une tête d'épingle, et il y a peu d'espoir que jamais on réussisse à en produire de très gros.

Comme on le voit, M. Moissan a développé dans l'étude du diamant cette perspicacité et cette habileté que nous avons déjà eu plusieurs fois occasion d'admirer. Et qu'on n'aille pas croire que des bénéfices pécuniaires sont venus le récompenser de ses peines. Au contraire, les nombreux tâtonnements, la combustion d'un certain nombre de diamants, parmi lesquels de très purs, ont entraîné des dépenses considérables, compensées uniquement par l'honneur d'une splendide découverte.

Sur la préparation de l'azoture de magnésium. — L'étude du magnésium et de ses composés a fait dans ces dernières années des progrès remarquables. A différentes reprises, nous avons eu l'occasion d'en rendre compte dans cette *Revue*. Aujourd'hui nous devons faire connaître à nos lecteurs une combinaison de ce métal, obtenue d'abord par M. Merz (1), et étudiée ensuite par M. Paschkowezky (2) : c'est l'azoture de magnésium. Ce corps s'obtient en chauffant de la poudre de magnésium dans un courant d'ammoniaque sèche. M. Paschkowezky introduisit de 20 à 25 grammes de magnésium en poudre dans un tube de verre, d'un mètre environ de longueur. Il fit ensuite passer sur cette poudre un courant d'ammoniaque, préalablement desséchée sur la chaux vive et la potasse caustique. Lorsque l'air fut complètement expulsé de l'appareil, il chauffa le tube dans un four à analyse élémentaire. Bientôt la masse métallique devint incandescente, tandis que l'hydrogène se dégageait abondamment.

L'azoture de magnésium qui se forme dans ces conditions est une substance poreuse, très légère, d'une couleur jaune-clair ; à la surface elle prend une teinte orangée. L'analyse quantitative de ce corps conduit à la formule Mg_3Az_2.

H. De Greeff, S. J.

(1) *Berichte der deutsch. chem. Gesellsch*, XXIV, 3940.
(2) *Journal für prakt. Chemie*, 1893, p. 89.

PHYSIQUE.

—

Production des courants alternatifs à haute fréquence. — Dans notre dernier bulletin (1), nous avons signalé aux lecteurs de la *Revue* les belles expériences de M. Nicolas Teslà. L'importance des recherches qu'elles ont provoquées dans ces derniers temps, et l'intérêt des promesses qu'on peut légitimement en recueillir, nous engagent à revenir sur ce sujet (2).

Rappelons d'abord que l'on a recours à deux procédés différents pour obtenir des courants alternatifs à haute fréquence : un procédé mécanique, et un procédé électrique. Le premier consiste à employer un *alternateur* spécial, à un grand nombre de pôles et à vitesse considérable.

On donne, depuis quelques années, le nom d'*alternateurs* aux machines dynamo-électriques fournissant des courants variables, périodiquement renversés. Pour nous rendre compte du jeu de ces machines, et nous faire une idée exacte de ces courants, il est utile de rappeler brièvement quelques notions.

Lorsqu'on réunit les deux pôles d'une pile voltaïque par un conducteur, on constate que ce conducteur devient le siège de phénomènes particuliers : il s'échauffe; si une partie du circuit est une solution saline, cette solution est décomposée; enfin le conducteur agit sur l'aiguille aimantée, et, d'une façon plus générale, produit des actions mécaniques extérieures dont le sens change, toutes choses égales d'ailleurs, dès qu'on intervertit les communications du fil et des pôles de la pile. On caractérise l'ensemble de ces phénomènes en disant que le conducteur

(1) *Revue des quest. scient.*, 2me série, t. III, janvier 1893, p. 319.

(2) *Experiments with Alternate Currents of High Potential and High Frequency*, by Nicolà Teslà. Journal of the Proceedings of the Institute of Elect. Engineers, t. XXI. — *On Light an other High Frequency Phenomena*, Extrait d'une conférence faite devant le *Franklin Institute*, par M. N. Teslà, Nature, t. XLVIII, 8 juin 1893, p. 136; traduit en français dans la Revue scientifique, t. LI, 17 juin 1893. — *Hauts potentiels et hautes fréquences électriques*, par M. Éric Gérard. Revue générale des sciences pures et appliquées, 4e année, no 7 (15 avril 1893). — *L'Autoconduction*, ou nouvelle méthode d'électrisation des êtres vivants; mesure des champs magnétiques de grande fréquence, par M. d'Arsonval. Comptes rendus, t. CXVII, 3 juillet 1893. Voir aussi : Archives physiologiques, janvier 1892, avril 1893; — Société de Biologie, 4 février 1893; — *Premiers principes d'électricité industrielle*, par M. Paul Janet (Appendice); etc.

est parcouru par un *courant* électrique: le *sens* de ce courant est défini comme allant, à travers le conducteur, du pôle positif au pôle négatif du générateur. A la propriété caractéristique du courant de décomposer plus ou moins rapidement les substances chimiques en solution intercalées sur son passage, on fait correspondre une grandeur qui s'appelle l'*intensité* du courant, et qui peut être définie par le poids d'une substance déterminée que le courant est capable de décomposer en une seconde.

Ces notions sont applicables non seulement aux courants provenant de la transformation de l'énergie chimique en énergie électrique, dans la pile ordinaire, mais à tous les courants quelle que soit leur origine.

On dit qu'un courant est *continu* lorsque son sens se maintient, et que son intensité ne subit que des variations accidentelles; on dit qu'il est *variable* lorsque son sens, ou son intensité, ou les deux à la fois, subissent des variations plus ou moins régulières.

Lorsqu'un courant variable se reproduit toujours le même à des intervalles de temps égaux, on lui donne le nom de courant *périodique*. Il est aisé d'en donner une représentation graphique : il suffit de porter le temps sur un axe horizontal et l'intensité du courant sur un axe vertical, au-dessus de l'axe horizontal si le courant a un certain sens, au-dessous s'il a le sens inverse. On obtient ainsi une courbe ondulée dont la forme peint aux yeux la variation d'allure du courant dans le temps.

Si l'intensité varie seule, la courbe figurative se déroule au-dessus, ou au-dessous de l'axe des temps; si l'intensité variant de grandeur, le courant varie en même temps de sens, la courbe figurative coupera, à chaque demi-période, l'axe des temps. Toute portion de cette courbe comprise entre deux points semblablement placés s'appelle une *période* du courant, et le nombre des périodes par seconde s'appelle la *fréquence* du courant.

C'est aux courants dont l'intensité et le sens varient à la fois que l'on donne plus spécialement le nom de *courants alternatifs;* un courant alternatif a l'allure la plus simple, lorsque la courbe qui le représente est celle qui figure l'élongation d'un pendule; on lui donne alors le nom de courant alternatif *sinusoïdal*.

Les générateurs des courants alternatifs, ou les *alternateurs,* sont les plus simples et les plus naturelles des machines dynamo-électriques. On s'en convainc facilement si l'on considère qu'une machine, quelle qu'elle soit, a un mouvement nécessairement

périodique : toutes les parties reprennent périodiquement les mêmes situations relatives. Ainsi le piston d'une machine à vapeur a un mouvement alternatif périodique; il faut des organes spéciaux pour transformer ce mouvement alternatif en mouvement continu. Les dynamos, qui transforment l'énergie mécanique en énergie électrique, en faisant circuler, dans un champ magnétique intense, les spires des bobines induites, n'échappent pas à cette loi générale. Il s'ensuit que les phénomènes d'induction dont chaque bobine est le siège, varient périodiquement : à chaque tour de la machine, par exemple, le flux d'induction augmente, atteint un maximum, diminue, passe par un minimum et reprend enfin sa valeur primitive dans chaque spire. On construit des machines multipolaires, où cette série de variations se reproduit plusieurs fois en un tour.

Dans ces machines, la force électromotrice, qui est intimement liée aux variations du flux d'induction, change aussi périodiquement : le sens qu'elle a pendant que le flux augmente, se renverse pendant qu'il diminue, etc. Les générateurs fondés sur l'induction sont donc, par leur nature même, des *alternateurs;* pour les transformer en dynamos à *courants continus,* il faut les munir d'organes spéciaux, souvent très délicats, qui compliquent leur construction. Ainsi, dans la machine Gramme, le courant se renverse à chaque demi-tour de l'anneau dans une spire de l'induit; c'est grâce au jeu du collecteur que l'on parvient à recueillir des courants continus. Supprimons le collecteur et ses balais, et faisons communiquer, au moyen de fils métalliques, trois points équidistants de l'anneau avec trois bagues métalliques isolées montées sur l'arbre : la machine ordinaire sera transformée en alternateur à courants triphasés, que des frotteurs s'appuyant sur les bagues pourront recueillir.

Un des alternateurs dont M. Teslà s'est servi pour ses expériences possède 384 pôles et fait de 2 à 3 mille tours par minute. La fréquence, étant égale au demi-produit du nombre des pôles par celui des tours à la seconde, ne dépasse pas dans ces conditions 10 000. On peut à peine, par ce procédé mécanique, atteindre au double de ce nombre d'alternances à la seconde.

Le procédé électrique est beaucoup plus fécond. Il consiste à utiliser la décharge oscillatoire d'un *condensateur*. On donne ce nom au système de deux surfaces métalliques appelées *armatures,* séparées par une lame isolante. La bouteille de Leyde réalise ces conditions sous une forme très commode.

Supposons que les deux armatures soient mises respectivement en communication avec les deux pôles d'un générateur: l'électricité s'accumule sur chacune d'elles, en d'autres termes le condensateur *se charge*. Relions maintenant les deux armatures par un conducteur en cuivre, court et gros : le condensateur se décharge à travers ce conducteur. La théorie indique et l'expérience confirme que, dans ces conditions, on peut obtenir un courant de décharge alternatif et à haute fréquence.

Pour répéter, d'une manière continue, la même série de phénomènes, on dispose l'expérience de plusieurs manières. Voici celle que M. d'Arsonval a réalisée au cours des recherches dont nous parlerons tantôt. Il emploie, comme condensateur, de deux à douze bouteilles de Leyde cylindriques, disposées en deux batteries reliées en cascade; la surface couverte a 50 centimètres de haut sur 20 centimètres de diamètre. La charge est effectuée périodiquement par un transformateur (bobine d'induction) donnant environ 15 000 volts. Ce transformateur est animé par un alternateur Siemens, sans fer, pouvant donner, au maximum, un courant de 15 ampères sous 250 volts. Nous compléterons ces indications en ajoutant que l'alternateur peut être remplacé par une puissante bobine de Ruhmkorff; les effets sont naturellement moins puissants, mais ce dispositif suffit pour mettre en évidence les principales propriétés des courants alternatifs fréquents. Si les ressources dont on dispose sont plus modestes encore, on se contentera de réunir les deux pôles du fil fin d'une bobine de Ruhmkorff à trembleur rapide et animée par des accumulateurs, aux deux armatures intérieures de deux bouteilles de Leyde.

Pour achever l'installation, on enroule sur un cylindre creux en matière isolante (carton, bois, ou verre, suivant les dimensions de l'appareil) un câble à lumière soigneusement isolé, et on réunit, au moyen de ce *solénoïde* interrompu par un excitateur, les armatures extérieures du condensateur ou des deux bouteilles de Leyde. C'est entre les boules de cet excitateur que jailliront les étincelles de décharge du condensateur, chaque fois que le jeu de la bobine aura établi entre les armatures une différence de potentiel suffisante. Ces décharges étant oscillatoires, un courant alternatif à haute fréquence s'établira dans le circuit formé par le solénoïde et l'excitateur, l'étincelle elle-même étant considérée comme une partie de ce circuit.

Propriété physique principale des courants alternatifs. — La force électromotrice d'induction étant proportionnelle à la vitesse de variation du flux, les courants alternatifs permettent de réaliser des effets d'induction d'autant plus puissants que le dispositif adopté rendra cette vitesse de variation plus grande. Donnons comme exemples les deux expériences suivantes, dont nous empruntons la description et l'interprétation à M. P. Janet.

Plaçons en dérivation sur le solénoïde une lampe à incandescence. Dès que le courant alternatif est produit, la lampe s'allume. En voici la raison. Grâce aux phénomènes de self-induction, le solénoïde offre aux courants alternatifs une résistance apparente beaucoup plus forte qu'aux courants continus, et d'autant plus grande que la fréquence est plus élevée. Elle peut être telle que le courant prenne le chemin de la dérivation plutôt que celui du solénoïde qui, au premier abord, paraît beaucoup moins résistant : c'est ce qui se produit ici.

Entourons le solénoïde d'une seule spire d'un gros fil de cuivre qui ne le touche pas : une lampe à incandescence suspendue aux extrémités de ce fil s'allume. Ce phénomène est dû à l'induction mutuelle qui se produit entre le solénoïde et la spire; le courant d'induction qui traverse celle-ci est assez puissant pour allumer la lampe.

On obtient le même résultat, et pour la même raison, en plaçant la spire et la lampe à l'intérieur du solénoïde. Il est aisé d'imaginer d'autres expériences où se manifesteront, sous des formes variées, ces propriétés inductrices caractéristiques des courants alternatifs.

Propriétés physiologiques des courants alternatifs à haute fréquence. — Un des caractères surprenants de ces courants est leur *innocuité*. C'est à ce point de vue surtout que M. A. d'Arsonval les a étudiés, et il a réussi à coordonner les notions physiologiques qui s'y rapportent.

On peut exciter les tissus vivants, au moyen des courants alternatifs, de deux façons différentes, soit en les faisant traverser directement par ces courants, soit en les plaçant à l'intérieur ou autour du solénoïde, sans qu'il y ait contact, de manière à produire seulement des effets d'induction. Les phénomènes observés dans les deux cas ont des traits communs, mais sont loin d'être identiques.

Le passage à travers l'organisme des courants alternatifs de très faible fréquence, et convenablement gradués, ne provoque pas d'excitation nerveuse.

Lorsque la fréquence augmente, l'organisme est soumis à des contractions de plus en plus violentes et dont l'intensité est maximum au voisinage de 2500 périodes par seconde.

Au delà de 3000 périodes, l'action sur la sensibilité et la motricité décroît progressivement et finit par s'éteindre; mais, à ce moment, l'action sur les phénomènes vitaux, sur les nerfs vasculaires par exemple, est considérable. La pression artérielle, qui est de 15 centimètres de mercure chez un chien ou un lapin, descend au bout de quelques secondes à 10 centimètres. Une chute semblable se produit chez l'homme. En outre, ces courants agissent sur les organes sudorifiques, et provoquent une production abondante de sueur. En résumé, on pourrait dire qu'ils produisent sur l'organisme l'effet d'une saignée ou d'une ventouse périphérique.

Ce mode d'électrisation augmente aussi, dans des proportions considérables, les phénomènes intimes de la nutrition, tant au point de vue de l'absorption de l'oxygène que de l'élimination de l'acide carbonique. Enfin, ces mêmes courants produisent une action sélective étrange sur la sensibilité : les nerfs du toucher ne semblent pas atteints, on conserve la *sensation du contact;* mais les nerfs qui transmettent la douleur sont engourdis, on perd, pour un temps plus ou moins long, la *sensation de la douleur*. Cet effet est commun à l'homme et aux animaux ; il permet d'analgésier un organe, une région, sans l'anesthésier.

Le second procédé expérimental, auquel M. d'Arsonval donne le nom d'*autoconduction,* consiste à rechercher les effets de l'induction produite par ces courants. Ici l'être soumis à l'expérience est complètement isolé de la source électrique : les courants qui traversent ses organes ne lui sont pas apportés par des conducteurs métalliques, ils prennent naissance, sous l'action du champ magnétique oscillant du solénoïde, dans les tissus eux-mêmes qui jouent le rôle de circuit induit.

Ces courants d'induction ne produisent aucune douleur, ni aucun phénomène conscient chez l'individu qui en est le siège ; ils agissent néanmoins très énergiquement sur la vitalité des tissus.

Le moyen le plus simple de les obtenir est de plonger le sujet tout entier ou une partie seulement de son corps *dans l'intérieur* du solénoïde; c'est ainsi qu'a procédé M. d'Arsonval. Voici quelques-unes de ses expériences.

Une grenouille, préparée pour l'expérience de Galvani, et dont on replie les nerfs lombaires sur la cuisse, reste au repos, à

l'état ordinaire, mais manifeste une action continue à l'intérieur du solénoïde.

Lorsqu'on y introduit un animal vivant, l'analyse des produits de la respiration montre que l'autoconduction exerce une action très énergique sur la nutrition.

La manière dont se comportent les organismes inférieurs soumis à la même influence confirme cette conclusion par des effets des plus curieux. Introduisons, par exemple, dans le solénoïde un bouillon de culture du bacille pyocyanique de M. Charrin, bouillon qui constitue un liquide conducteur. On sait que ce bacille est la cause du pus bleuâtre de certaines plaies par la propriété qu'il possède de sécréter des matières colorantes bleues ou vertes. Sous l'influence de l'autoconduction, la solution reste blanche : elle ne sécrète plus de matières colorantes. Mais si l'on fait une seconde culture, après l'expérience, la fonction chromagène réapparaît.

M. d'Arsonval démontre l'innocuité de ces courants induits et l'absence complète de toute impression consciente chez celui qui en est le siège, en s'y soumettant lui-même dans des conditions où la puissance d'induction du solénoïde se manifeste d'une manière vraiment étonnante. Voici l'une de ses expériences. Il arrondit les bras de manière à embrasser le solénoïde, sans le toucher, et tient dans chaque main les extrémités d'une lampe à incandescence qui prend 1/10 d'ampère environ : elle s'allume aussitôt sans que l'opérateur éprouve la moindre sensation. Il est bon de diminuer autant que possible la résistance de la peau des mains en les plongeant dans deux vases contenant de l'eau salée chaude.

M. Cornu, en présentant à l'Académie des sciences la note de M. d'Arsonval que nous analysons, ajoute une autre expérience analogue à celle que nous venons de décrire, mais se rapportant au premier mode d'électrisation. " M. d'Arsonval nous a rendus témoins, dit-il, M. Marey et moi, des principaux résultats contenus dans la note précédente. Nous avons été particulièrement frappés de l'expérience dans laquelle six lampes (125 volts (1) ; 0,8 ampère) ont été portées à l'incandescence dans le circuit formé par nos bras, circuit formant dérivation sur les extrémités du solénoïde induit par les décharges oscillantes. Nous n'avons pas éprouvé la moindre impression par le passage du flux électrique auquel nous étions soumis; on ne pouvait cependant pas

(1) Il faut lire 150 volts, pour justifier le calcul qui suit.

douter de l'énorme quantité d'énergie traversant notre corps (900 volts × 0,8 ampère = 720 watts); elle se manifestait soit par l'incandescence des lampes, soit par les étincelles vives et nombreuses qui se produisaient à la rupture du circuit. Cette même quantité d'énergie électrique, transmise sous forme de courants alternatifs à longue période (de 100 à 1000 par seconde), aurait suffi pour nous foudroyer; dans les conditions ci-dessus, elle ne produisait aucune sensation appréciable. „

Mesure des champs magnétiques de grande fréquence. — Il est fort malaisé de mesurer la puissance du champ magnétique utilisé dans ces expériences. “ J'ai complètement échoué, dit M. d'Arsonval, avec toutes les méthodes de mesure usitées pour les basses fréquences. „ Cette mesure cependant était nécessaire pour pouvoir se placer, au cours de ces recherches, toujours dans des conditions identiques. M. d'Arsonval est parvenu à l'effectuer, jusqu'à un certain point, en utilisant les *courants de Foucault.*

On donne ce nom aux courants d'induction qui prennent naissance dans une masse conductrice de forme quelconque se déplaçant relativement à un pôle, ou soumise à l'action d'un champ magnétique variable. L'existence de ces courants, signalée par Gambey et expliquée par Arago, vers 1824, se vérifie expérimentalement, d'une façon simple et élégante, à l'aide d'un appareil devenu classique et imaginé par Foucault. On fait tourner très rapidement un disque de cuivre entre les pôles d'un puissant électro-aimant. Tant que le courant excitateur est interrompu, le mouvement du disque s'entretient sans effort; mais, dès qu'on produit le champ magnétique, on éprouve une résistance considérable, et si l'on cherche à la vaincre, le disque ne tarde pas à s'échauffer. On sait que M. Violle a pu déduire de cet échauffement la valeur de l'équivalent mécanique de la chaleur.

De même, une masse conductrice quelconque, soumise à l'action d'un champ magnétique variable, s'échauffe sous l'action des courants de Foucault qui la sillonnent. Voici comment M. d'Arsonval utilise ces phénomènes.

Dans un petit solénoïde, relié en série au grand, il plonge un thermomètre à mercure. Le mercure, étant conducteur, devient, sous l'action du champ variable, le siège de courants de Foucault qui l'échauffent rapidement. Avec quatre des jarres dont nous avons donné plus haut les dimensions, employées comme con-

densateur, la température du thermomètre s'élève à plus de 150° en quelques secondes. Or, l'effet calorifique mesure le produit de la fréquence par le carré de l'intensité du courant ; sa mesure permet donc d'opérer dans des champs identiques.

Pour les faibles puissances, où il faut tenir compte de la température de l'air, M. d'Arsonval remplace le thermomètre à mercure par un thermomètre à pétrole ou à air dont le réservoir renferme un petit tube de cuivre : c'est ce tube qui devient le siège des courants de Foucault.

Explication de l'innocuité des courants à haute fréquence. — Cette explication, on ne s'en étonnera pas, ne semble point encore bien définie. La théorie enseigne que les courants alternatifs pénètrent d'autant moins à l'intérieur de la masse des conducteurs que leur fréquence est plus élevée. Aux fréquences fournies par l'application des décharges oscillatoires d'un condensateur, ces courants circulent pour ainsi dire à la surface des conducteurs. En appliquant ce principe aux expériences de M. d'Arsonval, on est amené à penser que les courants alternatifs et à haute fréquence dont il a fait usage se localisent dans l'épiderme des opérateurs. Cela étant, M. d'Arsonval a émis l'idée que tous nos nerfs sont analogues au nerf auditif et au nerf optique : tous sont accordés pour des périodes vibratoires comprises entre des limites déterminées ; ils ne sont donc affectés que par les excitations de ce rythme particulier, et ne répondent pas aux excitations de périodes différentes. Si les courants à haute fréquence ne sont point perçus, c'est que les terminaisons nerveuses sont incapables de vibrer à l'unisson des décharges oscillatoires du condensateur.

Cette idée est ingénieuse, trop ingénieuse peut-être ; car elle tranche, en invoquant une analogie possible, une question extrêmement complexe et dont tous les éléments n'ont pas encore été suffisamment soumis à l'observation et surtout aux mesures.

Les effets physiologiques des courants dépendent non seulement de la tension, mais de l'intensité et de la manière dont les tissus transportent ces courants. Il serait bien difficile, dans l'état actuel de la science, d'apprécier l'énergie absorbée par l'organisme soumis à l'action des courants alternatifs fréquents. D'abord le corps humain ne peut pas être considéré, dans ces expériences, comme un simple conducteur : il agit aussi comme condensateur ; et l'on sait que l'énergie des courants alternatifs

peut traverser un condensateur sans échauffer beaucoup le diélectrique de celui-ci.

D'autre part, est-il bien sûr que l'intensité des courants dont les tissus sont ici le siège ne soit pas beaucoup plus faible qu'on n'est porté à l'admettre dès l'abord? Quand nous voyons une lampe, ou une série de lampes à incandescence, s'allumer dans un circuit formé des bras des expérimentateurs, nous sommes portés à admettre, à première vue, que l'intensité du courant alternatif qui parcourt ce circuit en chair et en os, est identique à celle du courant continu qui produirait le même effet sur les lampes. Mais en est-il réellement ainsi?

La lecture des travaux de M. Teslà, et l'étude de ses expériences permettent d'en douter; nous allons le montrer en faisant quelques emprunts au savant américain.

On voit, dans les expériences qu'il a réalisées, que deux causes distinctes déterminent l'incandescence d'un fil ou d'un filament traversé par des courants variables : la conduction du courant, et le bombardement provenant des éléments du milieu. Avec des courants *continus*, on n'a affaire qu'à la première de ces deux causes; et comme la résistance apparente du filament est beaucoup moindre pour les courants continus que pour les courants variables, l'effet d'échauffement est, dans ces conditions, minimum. Avec des courants variables, au contraire, la résistance apparente du filament peut augmenter à un tel point qu'il soit porté à l'incandescence par un courant d'intensité extrêmement minime. " On peut, par exemple, dit M. Teslà, porter à l'incandescence un bloc court et épais de charbon avec un courant alternatif incomparablement plus faible que le courant continu nécessaire pour porter au même degré d'incandescence le mince filament d'une lampe ordinaire. De plus, si ce filament est enfermé dans un récipient à l'intérieur duquel on a fait le vide, l'effet calorifique dû à la conduction du courant peut, l'expérience le montre, être très petit relativement à celui qui revient au bombardement. „ Tel est le cas quand le circuit n'est pas fermé, et que le potentiel est très élevé. Supposons qu'un filament fin, enfermé dans un récipient où le vide a été pratiqué, soit relié par l'une de ses extrémités à l'un des pôles d'une bobine à haute tension, et par l'autre à une grande plaque métallique isolée. Bien que le circuit ne soit pas fermé, le filament est porté à l'incandescence; et si la fréquence, et surtout la tension augmentent, on pourra supprimer la plaque isolée sans que cesse l'incandescence du fil : l'effet calorifique est donc dû alors, pratiquement, au bombardement.

On le voit, les propriétés des courants alternatifs sont encore trop mystérieuses, et leur mode d'action sur l'organisme trop complexe pour qu'il ne faille pas attendre pour expliquer ces phénomènes qu'on les ait étudiés de plus près. Nul mieux que M. d'Arsonval n'est à même de mener à terme des recherches qu'il a si bien commencées.

Transmission de l'énergie par un fil unique ou même sans fil. — Nous disions en commençant que l'étude des courants alternatifs se révélait pleine de promesses. Nous allons le justifier en exposant quelques-unes des vues prophétiques de M. Teslà.

On sait que les courants continus, fournis par un générateur quelconque d'énergie électrique, peuvent, dans certaines conditions, circuler dans un circuit métallique incomplet. On a coutume de dire que la terre, avec laquelle communiquent alors un des pôles du générateur et l'extrémité libre du conducteur, achève le circuit. Les courants alternatifs consentent aussi à emprunter la terre comme fil de retour; ils s'en passent même parfois, et s'accommodent très bien des *circuits ouverts :* nous en avons cité un exemple dans le paragraphe précédent.

Quand on fait usage de courants alternatifs à haute fréquence, la communication avec la terre, du moins quand la force électromotrice est considérable, devient préférable à l'emploi d'un fil métallique de retour. On sait que, pour les courants continus et pour les courants variables à faible fréquence, cette communication avec le sol peut donner lieu, en pratique, à des inconvénients que la télégraphie et la téléphonie surtout ont dévoilés; les courants alternatifs à haute fréquence échappent à ces inconvénients.

Il y a mieux : pour eux la communication avec le sol devient superflue dès que la force électromotrice est très considérable; ils peuvent alors être transmis plus avantageusement par des conducteurs ouverts que par des conducteurs fermés. Au jugement de M. Teslà, les expériences faites dans cette voie permettent d'espérer que la transmission d'énergie électrique *par un seul fil* n'est peut-être pas éloignée. « En réalité, dit-il, je ne vois pas pourquoi une installation de ce genre serait irréalisable. D'ailleurs il ne faut pas croire qu'il faille recourir pour cela à des courants d'une fréquence excessive; l'expérience montre que dès qu'on arrive à des potentiels de 30 000 volts, par exemple, la transmission peut être effectuée avec de faibles fréquences. »

Il est bien permis à un ingénieur américain, auteur de si brillantes découvertes, de pousser plus loin la prétention, et d'apercevoir, dans l'avenir que prépare à l'industrie l'étude des courants alternatifs, la transmission de signaux perceptibles, et peut-être même de l'énergie utilisable, à toute distance et *sans fil.*

Cette anticipation paraîtra au grand nombre un rêve creux; chez M. Teslà, c'est une conviction intime basée sur les conséquences naturelles de ses recherches et de celles qu'elles ont provoquées. " Je crois fermement, dit-il, qu'il est possible, au moyen de puissantes machines, de modifier les conditions électrostatiques de la terre et de transmettre ainsi des signaux intelligibles et peut-être la puissance mécanique. Et de fait, qu'est-ce qui s'oppose à la réalisation de ce programme? Nous savons aujourd'hui que les ondulations électriques peuvent être transmises par un seul conducteur. Pourquoi, dès lors, ne pas essayer de nous servir de la terre dans ce but? „

On trouvera, sans doute, ces suggestions un peu vagues; elles sont certainement, à l'heure présente, fort problématiques. Avant que nous puissions communiquer ainsi à distance à la manière du soleil, qui modifie les conditions électriques de notre planète, agite nos boussoles et nous fait des signaux que les astronomes et les météorologistes s'efforcent d'interpréter, la science électrique devra sans doute réaliser bien des progrès. N'importe. Le problème soulevé par le savant ingénieur peut être américain sans être illogique; et tout le monde conviendra qu'il vaut la peine d'être étudié.

Production de la lumière. — Depuis quelques années, on tend à donner aux idées sur la nature intime de la lumière une interprétation nouvelle. On admet, depuis longtemps, que la lumière n'est pas un fluide, une *forme de la matière,* mais bien une *forme de l'énergie,* un mouvement vibratoire périodique d'un milieu spécial, l'éther, qui existe partout, dans ce que nous appelons le vide, et dans ce que nous appelons le plein. Cette idée est fondamentale, et personne ne songe à l'abandonner; mais on voit de plus en plus, dans le mouvement périodique lumineux, une forme spéciale de l'énergie électrique.

Nous n'avons pas à exposer ici la *théorie électromagnétique de la lumière,* ni les expériences de Hertz et de ses imitateurs, qui ont fait découvrir, en certains points, des analogies nombreuses entre la lumière et l'électricité. Rappelons seulement que, dans le champ lumineux créé par une source de vibrations lumineuses,

et dans le champ électro-magnétique qui entoure un générateur d'oscillations électriques, tout se passe comme si, des deux côtés, nous avions affaire à un mouvement vibratoire périodique, et à un transport d'énergie à distance, mouvement et transport semblant suivre des deux côtés, au moins en gros, les mêmes lois.

Dès lors on peut admettre, sans encourir le reproche d'une témérité excessive, que, des deux côtés, nous avons affaire à un seul et même phénomène, en d'autres termes que *le mouvement vibratoire lumineux est un mouvement vibratoire électrique.*

Or les physiciens ont mesuré la fréquence du mouvement vibratoire lumineux : elle est énorme, et dépasse infiniment celle des courants alternatifs que nous pouvons produire. L'avenir nous réserve-t-il d'y atteindre? Pourrons-nous un jour réaliser des courants alternatifs dont la fréquence soit comparable à celle des vibrations lumineuses? Si nous le pouvions, nous serions probablement en possession d'une source d'énergie électrique nous versant directement la lumière sans se perdre, en grande partie, dans les vibrations calorifiques qui accompagnent nécessairement les vibrations lumineuses de nos foyers et de nos lampes actuelles. Mais c'est là une prétention que M. Teslà lui-même qualifie d'impossibilité. Quand nous considérons, dit-il, l'énorme rapidité des vibrations lumineuses, nous nous rendons compte de l'impossibilité de produire directement ces vibrations avec un appareil de dimensions mesurables, et nous sommes conduits au seul moyen possible d'arriver à produire les ondes lumineuses électriquement et économiquement en provoquant la collision et la vibration des molécules ou des atomes gazeux.

M. Teslà voit dans l'incandescence et la phosphorescence, provoquées par les courants alternatifs à haute fréquence, l'éclairage idéal, et la lumière de l'avenir. De fait, les tubes de Geissler, qui se rapprochent de la lampe réalisée par M. Teslà, ont un tiers de leurs radiations dans le spectre visible, tandis que les radiations des foyers usuels sont obscures pour la très grande partie : les lampes à gaz, par exemple, n'émettent que 3 p. c. de vibrations visibles.

Réduit à ces termes, le problème de la production de la lumière *sans chaleur* n'a plus rien d'impossible. On conçoit que les courants alternatifs à haute fréquence soient éminemment propres à produire des ébranlements moléculaires; on conçoit qu'ils puissent exciter, dans certaines substances particulière-

ment ébranlables, des mouvements vibratoires lumineux. Ces substances sont dites *phosphorescentes*. Toujours prêtes à vibrer lumineusement et à entretenir ces vibrations pendant quelque temps, elles ressemblent à des instruments dont les cordes bien tendues n'attendent qu'une légère excitation pour s'ébranler musicalement et résonner encore après que l'excitation a cessé. On conçoit, en un mot, que le génie de l'homme arrive à reproduire, à son profit, ce que la nature réalise sous ses yeux dans le mécanisme lumineux du ver luisant qui éclaire sans échauffer. Mais nous sommes loin peut-être du jour où nous saisirons son secret, et plus loin encore du jour où nous pourrons l'utiliser pratiquement.

J. Thirion, S. J.

HYGIÈNE.

Isolement et contagiosité dans les maladies contagieuses. — Nous avons déjà abordé ce sujet dans le bulletin d'hygiène de la *Revue* (1). Nous avons dit alors que nous ne considérions pas comme pratique l'isolement préventif, c'est-à-dire celui que l'on impose à une personne non malade, mais qui a été en contact avec des personnes atteintes d'une maladie contagieuse. Et en effet, nous disons aujourd'hui comme alors, toujours en nous plaçant au point de vue de la fréquentation de l'école, que ce sont des familles, que ce sont des classes entières qu'il faudrait proscrire, et que les écoles devraient rester fermées la plupart du temps, sous prétexte d'isolement préventif. Si l'on songe aux maladies contagieuses les plus communes : scarlatine, rougeole, coqueluche rubéole, diphtérie, oreillons, varicelle, notre langage ne paraîtra aucunement exagéré quand on se rappellera que l'une ou l'autre de ces maladies, et souvent plusieurs à la fois, sévissent en tout temps dans la population scolaire des villes ou des bourgs importants.

Nous ne revenons aujourd'hui sur ce sujet que pour le compléter en ce qui concerne la fièvre typhoïde et la variole, deux maladies auxquelles il nous est plus facile de soustraire nos

(1) Tome XXX, octobre 1890, p. 643.

enfants qu'aux affections citées plus haut, grâce au concours de l'hygiène et de la vaccine. D'après la commission chargée par la *Société Clinique de Londres* (1) de rechercher la durée de l'incubation et de la contagiosité dans les maladies, la fièvre typhoïde aurait une incubation moyenne de 10 à 12 jours, et sa contagiosité durerait toute la maladie et jusque 15 jours après le début de la convalescence.

La variole aurait la même incubation que la fièvre typhoïde, et la période de contagion s'étendrait depuis l'éclosion des premiers symptômes jusqu'à la chute des croûtes.

A propos du pouvoir absorbant de l'estomac. — Les expériences instituées sur des chiens par le professeur Von Mering confirment la notion généralement acceptée que l'eau n'est guère absorbée dans l'estomac. L'expérimentateur s'en est assuré en pratiquant à ces animaux une fistule duodénale. Il a constaté que la fistule livre passage à presque tout le liquide introduit dans l'estomac.

Mais si, au lieu d'eau simple, on verse dans l'estomac un mélange contenant 3/4 d'eau et 1/4 de vin, les résultats sont tout différents. Ainsi un mélange de 300 centimètres cubes combiné de la sorte fait passer par la fistule 496 centimètres de liquide, dont 28 d'alcool, ce mélange déterminant une hypersécrétion gastrique; 47 centimètres cubes d'alcool ont donc été absorbés dans l'estomac. Le sucre, la dextrine, la peptone, les sels donnent des résultats analogues.

Peut-on rapporter à l'estomac de l'homme sain les résultats que l'expérience relève, au sujet de ces divers liquides, quand il s'agit de l'estomac du chien? Question délicate et réponse difficile à donner. N'oublions pas que cette expérience comporte l'existence d'une fistule duodénale, c'est-à-dire pratiquée sur le tube digestif et dans le voisinage presque immédiat de l'estomac, et que la physiologie si obscure des fonctions de cet organe peut déjà, de ce chef, se trouver modifiée. Pourtant nous avons des raisons de croire que l'estomac n'est point destiné à absorber de grandes quantités de liquide, que son rôle consiste surtout dans un travail de préparation de la plupart de nos aliments en vue de leur absorption dans l'intestin. C'est ce que permet de supposer *à priori* la comparaison des muqueuses stomacale et intestinale au point de vue de leur étendue et de leur texture.

(1) *Concours médical.*

On trouve dans les auteurs la relation de plusieurs cas de fistules observées chez l'homme et siégeant à l'estomac ou au duodénum, ou même encore au niveau de la partie inférieure de l'intestin grêle. L'étude de ces observations montre tout ce que le travail de la digestion a d'individuel et même de variable chez le même sujet, et motive l'incertitude qui règne encore en cette matière à propos de certains aliments. Ainsi Busch constata chez une femme qui portait une fistule duodénale que le pain, la viande et les œufs apparaissaient au niveau de la fistule de 15 à 30 minutes après leur ingestion. L'importance variable des repas modifiait d'ailleurs le séjour des aliments dans l'estomac.

Du lait non encore coagulé se montrait quelques minutes à peine après déglutition à l'endroit de la fistule. Et pourtant, d'une part, Beaumont, étudiant les phénomènes de la digestion sur son célèbre Canadien Saint-Martin, et d'autre part, Bidder et Schmidt dans leurs observations relatives à une femme atteinte de fistule gastrique, consignent des données qui ne s'accordent guère avec celles que nous venons de citer. C'est ainsi encore qu'on admet généralement que l'estomac se vide successivement et peu à peu des aliments qu'il a élaborés ou plus ou moins modifiés, tandis que Richet prétend, d'après l'observation à laquelle il a soumis Marcelin, que les aliments quittent l'estomac en masse, et qu'en un quart d'heure au plus ils l'ont complètement évacué.

Les variations de ces données suffisent donc à nous mettre en garde contre une généralisation trop rapide, d'une espèce à l'autre, des résultats observés chez le chien.

Toutefois les expérimentateurs que nous venons de citer n'ont pas fait, que nous sachions, des études semblables à celles du professeur Von Mering, en ce qui concerne ce que j'appellerai le coefficient de l'absorption stomacale de diverses substances.

L'étude de la digestion, surtout en ce qui concerne les liquides, nous rend compte de la rapidité avec laquelle les boissons, en cas de troubles intestinaux, parcourent tout le tube digestif; de la distension de l'estomac quand il présente un rétrécissement de l'orifice de sortie. Elle nous dicte en outre, dans ces mêmes cas et d'autres encore, certaines prescriptions de régime telles que la proscription du vin, des boissons alcooliques, et le régime sec. Les lavements aqueux et même alimentaires remplaceront alors la diète stomacale de liquide (1).

(1) Revue médicale de Louvain, 25 juin 1893. — Voir Beaunis, *Physiologie humaine*.

Des blessures par les nouvelles armes à feu, c'est-à-dire à balles coniques et de petit calibre. — Quand on entend parler d'expériences faites avec les nouvelles armes de guerre, on dirait que les prochaines batailles ne devront pas seulement être très meurtrières, mais qu'elles vont occasionner des blessures et des délabrements tels que les blessés, s'ils échappent à la mort, seront infirmes pour le restant de leurs jours. Une étude faite par le professeur Bruno de Tubingen doit modifier nos craintes en ce qui concerne les blessures non mortelles. Certes, en raison de la longue portée des armes et de la force extraordinaire de pénétration des balles, le nombre de soldats tués sur le coup sera plus considérable, mais ils seront *proprement* tués, et les blessures des survivants ne laisseront que peu de traces. Il est facile de le comprendre. Les anciennes balles rondes et de gros calibre (11 millimètres) se déforment, par le choc, en champignons, et augmentent notablement par là leur surface de section. Or les chirurgiens croient que les délabrements produits dans nos tissus sont dus à la pression des liquides qu'ils renferment ou dont ils sont imprégnés. Cette pression agit dans tous les sens à la manière d'un explosif, et même de l'intérieur vers l'extérieur. Prenez une cuve d'eau et fermez-en l'ouverture par une peau souple ou une feuille de parchemin. Si vous tirez, à une courte distance, sur cette paroi membraneuse, vous faites éclater la cuve dans tous les sens. L'expérience démontre que l'effet explosif est d'autant plus accusé que la surface de section du projectile est plus considérable. Il est donc évident que la balle conique de petit calibre et recouverte d'une chemise de métal moins sujet que le plomb à la déformation produira des dégâts moins considérables que les anciennes grosses balles de plomb.

De plus, en raison de la force de pénétration du projectile, celui-ci, aux distances ordinaires du tir, traversera le corps humain de part en part, ce qui est souvent moins dangereux qu'une plaie compliquée de la présence d'une balle déformée dans les tissus.

La balle conique agit dans le sens d'un emporte-pièce, sans éclatement; elle occasionnera moins de déchirures des vaisseaux et permettra d'énoncer cette assertion paradoxale, que les nouvelles armes de guerre, tout en étant plus meurtrières que leurs aînées, n'en auront pas moins un côté plus humanitaire (1).

Influence de l'altitude sur la production des hémoptysies. — Il a été récemment question de construire un chemin de fer

(1) *Journ. de la Soc. des sc. médic. et natur. de Bruxelles.*

qui devait aboutir au sommet de la Jungfrau, c'est-à-dire à 4000 mètres de hauteur. Pareille ascension faite avec la rapidité relative que comporte la voie ferrée n'offre-t-elle aucun inconvénient? Telle est la question qui se présentait naturellement à l'esprit et dont on a demandé la solution au professeur Kronecker de Berne. Elle vise surtout les tuberculeux. Et cependant on a constaté que les cures d'altitude ne favorisent nullement chez ces malades l'apparition des hémoptysies. Pourquoi dès lors manifester pareille crainte à propos de l'ascension de la Jungfrau?

Remarquons d'abord la différence de hauteur entre le sommet de cette montagne et le niveau habituel des stations réservées dans l'Engadine au traitement de la tuberculose. Mais cette considération n'a qu'une importance fort secondaire dans la question qui nous occupe. Les dangers que l'on pressent seraient motivés, comme nous le disons plus haut, par la rapidité même de l'ascension, qui transporterait brusquement les voyageurs d'une altitude moyenne de 500 mètres (celle de la vallée d'Interlaken) à une hauteur de 4000 mètres ; la raréfaction de l'air, par la diminution de pression qu'elle engendre sur la peau, les muqueuses et les organes périphériques dans lesquels il faut comprendre les poumons, exposant aux hémorragies et aux suffusions sanguines. C'est le danger auquel on est soumis dans les ascensions en ballon quand on arrive à des altitudes élevées, et il faut convenir que le chemin de fer qui gravit les flancs d'une montagne nous place dans des conditions fort rapprochées de celles-là.

Si au contraire on s'élève lentement, même à une grande hauteur, la raréfaction de l'air n'a pas le même inconvénient. Certes, elle a la même tendance à provoquer la congestion pulmonaire; mais le corps tout entier s'adapte bientôt aux nouvelles conditions atmosphériques et corrige ainsi les effets congestifs auxquels le poumon participait. Toutefois il importe que le cœur et les gros vaisseaux soient dans de bonnes conditions de fonctionnement, sinon la circulation pulmonaire pourrait subir bientôt les effets de l'encombrement circulatoire. C'est une considération qu'il ne faut pas perdre de vue quand on veut se soumettre à une cure d'altitude.

Donc, à un moment donné, — et il ne se fait pas attendre, — une répartition normale du sang se produit dans tous les organes et dissipe les craintes que les premiers effets de l'altitude pouvaient faire concevoir. Toutefois il est une partie du poumon qui, chez le tuberculeux surtout, devient le siège d'une circulation

plus active que lorsqu'on se trouve dans une plaine basse. L'altitude et la raréfaction de l'air qui l'accompagne déterminent une ampliation pulmonaire et un mouvement de retrait plus considérable du sommet du poumon surtout. Il en résulte un afflux de sang plus intense au moment de l'inspiration et un dégorgement proportionnel pendant l'expiration, celle-ci corrigeant ainsi l'effet congestif de celle-là et éloignant une éventualité plus grande d'hémoptysie (1).

Voici d'ailleurs des statistiques probantes :

CLIMAT DE MONTAGNES	CLIMAT DE PLAINES
DAVOS ET AROSA	MONTREUX ET BALE
Altitude : 1560 m. . 1800 m. (2)	
Pas d'hémorragie . . 56,89 p. c.	Pas d'hémorragie. . . 67,17 p. c.
Hémorragie . . . . 43,11 p. c.	Hémorragie. . . . . 34,83 p. c.
Mais, de ces 43 p. c.,	Mais, de ces 34,83 p. c.,
35,48 p. c. n'eurent d'hémorragie qu'avant d'arriver à la montagne.	23,63 p. c. n'eurent d'hémorragie qu'avant d'arriver à ces stations.
5,58 p. c. en eurent avant et pendant leur séjour à la montagne.	5,50 p. c. en eurent avant et pendant leur séjour dans ces deux stations.
2,05 p. c. n'en eurent que pendant leur séjour à la montagne.	5,70 p. c. n'en eurent que pendant leur séjour dans ces stations.

Donc, ramenant à 100 le nombre d'individus atteints d'hémorragie :

Avant leur arrivée à la montagne	*Avant leur arrivée à Bâle ou à Montreux*
13,59 p. c. virent leur hémorragie se renouveler à la montagne.	18,88 virent leur hémorragie se renouveler dans ces deux stations.
De plus, l'altitude ne vit que 2,05 p. c. de tuberculeux atteints d'hémorragie pour la première fois.	La plaine vit 5,70 p. c. de tuberculeux atteints d'hémorragie pour la première fois (3).
En un mot, hémorragie à la montagne : seulement 7.63 p. c.	Hémorragies dans les deux stations : seulement 11,20 p. c.

Dr Ach. Dumont.

(1) Dr Prof. Héger. *Journ. Soc. sc. médic. et natur. de Brux.*, 10 juin 1893.
(2) Sur 1612 cas.
(3) *Journ. Soc. sc. médic. et nat. de Brux.*, 6 mai 1893.

SCIENCES SOCIALES.

—

La diminution du crime en Angleterre (1). — Il résulte des statistiques et des rapports de police que la criminalité diminue en Angleterre.

Les entrées dans les prisons étaient en 1876-77 au nombre de 20 361. On n'en compte plus en 1891-92 que 12 663. En 1869, il y avait 2006 condamnations à la servitude pénale; en 1891, 751 seulement. La classe criminelle comptait, d'après les rapports de police, 87 668 individus en 1867. En 1891, elle ne s'élevait plus qu'à 51 095.

Les rapports spéciaux de police donnent des conclusions semblables. Pour Londres, le rapport de 1890 montre que, malgré l'augmentation de la population d'un million par décade, le nombre non seulement relatif, mais absolu des crimes a diminué.

Le chef-constable de Liverpool déclare qu'il n'y a jamais eu un aussi petit nombre de crimes et un aussi grand succès dans la poursuite des crimes commis, que pendant l'année finissant le 29 septembre 1891.

A ces appréciations, on objecte le nombre absolu des infractions, tel qu'il est constaté par la statistique. Il était de 578 841 en 1869-70, tandis qu'il s'élève à 770 392 en 1890-91, soit une augmentation de près de 200 000.

Ce chiffre, en lui-même, ne prouve rien. Il y a eu l'année dernière 96 601 infractions à l'*Education Act*. Comme l'Acte d'éducation n'existait pas en 1869, il faut, pour établir une comparaison, déduire ces infractions spéciales du total de 1890-91.

De plus, il y a eu, depuis 1869, une énorme augmentation du nombre de contraventions aux règlements locaux, de voirie, etc. Ces peccadiles ne doivent pas être prises en considération.

Les infractions importantes peuvent se diviser en 5 classes. Dans chaque classe, on distingue les causes, selon qu'elles sont jugées sommairement *(summary)*, ou bien soumises au jury *(indictable)*.

(1) Nineteenth Century, mars 1893, *The Decrease of Crime*, par sir Edmund F. Du Cane. — Whitaker's Almanak, 1893, p. 659.

Voici le tableau :

Infractions contre les personnes	Indictable	3073 en 1884-85 3626 en 1885-86 3352 en 1890-91
	Summary	100422 en 1875-76 77857 en 1890-91
contre la propriété avec violences	Indictable	(Des changements dans le mode de classification rendent la comparaison difficile.) 7112 en 1881-82 5938 en 1890-91
	Summary	Insignifiant.
contre la propriété sans violences	Indictable	41341 en 1877-78 25086 en 1890-91 (Une diminution de 3000 provient d'un changement de législation.)
	Summary	72434 en 1881-82 62990 en 1890-91
Infractions méchantes contre la propriété	Indictable	Sensiblement constant
	Summary	25800 en 1873-74 18675 en 1890-91
Contrefaçons	Indictable	2839 en 1856-57 446 en 1890-91

L'auteur attribue cette décroissance de la criminalité aux moyens préventifs employés et surtout aux institutions destinées à empêcher la jeunesse de tomber dans le crime.

Le nombre de jeunes gens mis en prison (ce qui comprend tous ceux envoyés aux écoles de réforme) était de 10 314 en 1869, de 5579 en 1880-81, et de 3855 en 1891.

Les écoles industrielles, et la jeune criminalité (1). — Il y a, en Angleterre, une tendance très marquée à ne plus envoyer les enfants en prison.

Je ne puis concevoir, dit l'auteur de l'article que nous analysons, quel motif pourrait justifier de mettre en prison, même pour un jour, un enfant de moins de seize ans.

Dans l'état actuel de la législation, un enfant, avant d'être placé dans une école de réforme, doit commencer par passer 10 jours en prison. De là, grande répugnance de certains magistrats à envoyer de jeunes criminels à l'école de réforme.

(1) *Industrial Schools and Juvenile Crime*, par Rev. A. A. W. Drew, président du comité des Écoles industrielles, Bureau scolaire de Londres. CONTEMPORARY REVIEW, May 1893.

Ce point appelle un changement.

C'est surtout par des moyens préventifs qu'on tâche de combattre la criminalité. De là, des mesures contre le vagabondage et la mendicité des enfants.

" Après 30 ans d'accointance complète avec la population juvénile de la grande métropole, je n'ai pas d'hésitation à dire que le vagabondage doit être rendu responsable de presque toute notre jeune criminalité. „

La magistrature est insuffisante pour faire respecter les prescriptions de l'Acte d'éducation.

C'est la non-fréquentation des écoles qui est la principale cause du mal. " Je déclare que, dans au moins 7 cas sur 10, les enfants qui ont été cités à une cour de police et renvoyés à une école industrielle sont ceux dont la fréquentation scolaire avait été la plus mauvaise. „

On laisse les enfants devenir vagabonds, et lentement mais sûrement ils vont au crime.

Pour combattre ce danger, on a actuellement, outre l'école publique élémentaire, l'école des vagabonds, l'école industrielle du jour, l'Ordinary Certified Industrial School ou école industrielle ordinaire, l'école de réforme et la prison.

L'école des vagabonds a fait, paraît-il, des miracles à Londres. Comme l'école publique ordinaire, elle s'applique aux enfants de moins de quatorze ans. Toute mise à la disposition s'applique de droit jusqu'à ce que l'enfant ait atteint cet âge. En fait, il n'y est envoyé une première fois que pour 8 ou 10 semaines; puis il rentre à l'école ordinaire. S'il cesse d'assister à l'école ordinaire, son congé est révoqué : il doit rentrer pour 3 mois à l'école des vagabonds; cela arrive rarement. Il n'y a que 20 p. c. de rappelés; et de ceux-ci, 6 p. c. seulement ont à faire un troisième séjour.

L'enfant sait que son avenir est entre ses mains, et que, s'il n'assiste pas régulièrement à l'école ordinaire, il sera ramené à l'école des vagabonds.

Les écoles de réforme sont des institutions pénales et de réforme pour les jeunes gens convaincus de crimes. Elles correspondent aux prisons. Au contraire, les écoles industrielles sont des institutions préventives pour enfants qui n'ont pas été convaincus, mais qui peuvent tomber dans le crime par manque de soins appropriés et d'éducation.

Ces écoles sont réglées par les lois de 1866, 1870, 1871, 1876, 1888 et 1891.

D'après l'art. 14 de la loi de 1866, on envoie aux écoles industrielles les enfants de moins de 14 ans qu'on trouve mendiant ou recevant l'aumône; qui sont sur la rue ou sur une place publique dans le but de mendier ou de recevoir l'aumône; qu'on trouve errant sans domicile ni demeure fixe, sans soutien, ou moyens visibles de subsistance; qui sont abandonnés, soit parce qu'ils sont orphelins, soit qu'ils aient encore un parent frappé d'emprisonnement ou de servitude pénale; enfin, ceux qui fréquentent la compagnie de voleurs connus.

D'après l'art. 15, quand un enfant est accusé d'une infraction punissable de moins que l'emprisonnement, s'il n'a pas encore été condamné, le magistrat peut, eu égard à son âge et aux circonstances, l'envoyer simplement à une école industrielle.

L'amendement de 1880 porte qu'on y enverra aussi les enfants qui logent, vivent ou résident avec des prostituées, ou habitent une maison de prostitution.

Les écoles industrielles sont des institutions privées, subventionnées par le gouvernement.

On a fait l'essai, à Liverpool, d'écoles industrielles où l'enfant n'est tenu que depuis le matin jusque six heures du soir.

Elles semblent devoir être moins efficaces, car ce qui agit sur l'enfant, c'est la stricte discipline, la privation de la liberté de courir les rues, la séparation de l'entourage habituel.

Le dernier rapport du Home Office montre que le nombre des enfants ayant passé par une école industrielle ordinaire, et cités maintenant comme se conduisant bien, est de 85,5 p. c. pour les garçons et de 84 p. c. pour les filles.

Au contraire, le rapport sur les Day Industrial Schools montre que, sur 6835 enfants qui y ont été, 1882 ont dû être renvoyés à des écoles de réforme, ou à des écoles industrielles ordinaires.

Il y avait en 1891, en Grande-Bretagne, 153 Certified Industrial Schools avec 23 688 enfants, dont 19 292 garçons et 4396 filles.

L'Acte de 1891 autorise les directeurs des écoles de réforme ou industrielles à disposer des enfants, avec le consentement de ceux-ci, même sans l'assentiment des parents.

Ils peuvent les mettre en apprentissage, en service, même les faire émigrer, quoique la période de détention ne soit pas expirée.

Toutefois, pour l'émigration, il faut l'autorisation du Home Secretary.

Ces engagements ont la même valeur que s'ils étaient contractés par les parents.

La juridiction sommaire (1). — N'abandonnons pas ce sujet sans mentionner quelques réformes que préconise M. Stewart dans son article sur la juridiction sommaire.

Il réclame d'abord l'abolition de l'emprisonnement préalable à l'envoi dans une école de réforme.

De même, les jeunes gens devraient être envoyés au Workhouse plutôt qu'en prison, pendant qu'on fait l'enquête sur leur aptitude physique à entrer dans une école de réforme ou une école industrielle.

Ces écoles sont des institutions privées; elles peuvent refuser qui elles veulent, et n'admettent jamais les enfants qui n'ont pas un certificat médical satisfaisant. Il faudrait pour ces derniers des institutions spéciales. Sans cela, presque fatalement, ils se livreront à la mendicité, au colportage, au vagabondage.

Enfin, il y aurait lieu d'accorder aux juridictions sommaires le pouvoir, qui appartient aux cours d'assises et aux cours de sessions trimestrielles, de faire donner le fouet aux enfants entre 10 et 16 ans.

Le parti démocratique et la circulation monétaire aux États-Unis (2). — Cet article a pour but de montrer la fidélité du parti démocratique aux États-Unis à la circulation métallique et au double étalon.

Les contestations entre les démocrates et leurs adversaires, au sujet de la circulation, ont été des discussions entre les avocats de la monnaie métallique, le coin de la Constitution, or et argent, et les défenseurs de billets de crédit émis par une banque nationale.

D'après le premier acte monétaire, celui de 1792, il y avait double étalon et frappe libre et illimitée de chacun des deux.

A un certain moment, de 1834 à 1837, les démocrates semblèrent pencher pour l'or. Il y avait à cela des raisons spéciales, au nombre desquelles celle-ci : on ne songeait pas alors à l'émission des notes du Trésor ayant leur contre-valeur dans des dépôts de métal.

(1) *Summary Jurisdiction : Some suggestions for improvement*, by W. J. Stewart. Law Quarterly Review, April 1891.

(2) *The Democratic Party and the Currency*, by the Hon. R. P. Bland, Chairman of the Committee of coinage. North American Review, March 1893.

Au contraire, on prônait vivement les billets de banque et la facilité de leur usage. Aux banques nationales, les démocrates objectaient le monopole d'une corporation privée sur les finances, le pouvoir d'étendre et de contracter la circulation, le pouvoir sur la législation et la politique du pays, la centralisation. Pour remédier aux difficultés d'usage que causait l'abondance de la monnaie d'argent, on porta le rapport de 15 à 16. On laissa le dollar d'argent ce qu'il était, et on ramena l'aigle d'or de 247,5 à 232,2 grains d'or fin.

L'or eut vite fait de remplacer l'argent dans la circulation. L'auteur cite un extrait intéressant d'un discours du général Jackson, combattant les banques nationales. Il examine ensuite les différents votes au sujet des lois monétaires et montre que la grande majorité des démocrates a toujours été opposée au système des banques nationales.

En 1870, et une seconde fois, lors du renouvellement de la charte des banques nationales, les démocrates proposèrent de défendre l'émission ultérieure de billets et de leur substituer des notes du Trésor. En 1876, les démocrates demandèrent le libre monnayage de l'argent. La Chambre l'adopta, mais le bill n'alla pas jusqu'au Sénat.

En 1877. M. Bland proposa un bill pour autoriser le monnayage du dollar d'argent de 412,5 grains. Ce bill fut voté par les 2/3 de la Chambre, dont presque tous les démocrates. Au Sénat, il fut modifié par l'amendement Allison. Le président Hayes y opposa son *veto,* mais il fut revoté à la majorité voulue.

Pendant la session du 51e congrès, une motion pour le libre monnayage de l'argent a été repoussée par les républicains.

Tout cela montre la tendance évidente du parti démocratique à préférer, jusqu'à présent, une circulation basée sur des métaux précieux, à celle des titres de crédit.

Quelle doit être à l'avenir la politique de ce parti ?

« S'il reste fidèle à ses tendances, il rendra au pays le droit à l'usage libre des deux métaux précieux, comme monnaie, et relèguera le papier de banque où il convient, c'est-à-dire dans les différents États. Ce sera une mesure de décentralisation. »

Tout d'abord il faut déblayer le terrain de certaines questions accessoires : taxations, réduction des pensions, réduction des dépenses. Puis, il faut entamer nettement la lutte sur la question monétaire.

Peut-être cela amènera-t-il une réorganisation des partis politiques. La bataille des étalons est la bataille future du monde entier.

La question est de savoir si l'argent sera, dans notre système financier, replacé dans son ancien état, comme égal, sinon supérieur à l'or, ou totalement démonétisé. Un étalon boiteux ne peut subsister.

Dans cette lutte, il y aura d'un côté les riches et puissantes banques de l'ancien et du nouveau monde; de l'autre, la masse du peuple américain, spécialement les gens de l'Ouest des monts Alleghanys, chargés de dettes et d'hypothèques, ayant un vaste pays qui s'ouvre à l'industrie. La dernière conférence de Bruxelles montre que l'on n'arrivera probablement pas à une entente sur cette question.

" Le temps est venu où nos 70 millions d'hommes doivent agir avec indépendance dans cette question. „

Le parti démocratique s'opposera toujours aux banques nationales. L'or n'est pas suffisant. L'argent doit continuer et continuera à lui suppléer.

Quel plus sûr parti peut-on imaginer que le libre monnayage de l'or et de l'argent, avec émission de notes ayant le métal pour base, dollar pour dollar? Quant au rapport, le congrès le déterminerait.

En terminant, l'auteur envisage la possibilité de nouveaux compromis, par l'amendement ou le rappel de la loi Sherman et la substitution d'un système dans lequel on monnaierait tout lingot d'argent venant entre les mains du gouvernement, basant toutes les notes sur le dollar d'argent sans rachat en or et sans limitation de la frappe.

ALBERT JOLY.

ETHNOGRAPHIE.

Le Chota-Nagpore. — Le Chota-Nagpore (1), dans l'Inde anglaise, couvre un territoire grand comme quatre fois la Belgique. Le colonel Dalton, dans son *Ethnology of Bengal,* le savant statisticien Hunter et, après eux, Élisée Reclus ont donné de ce pays des descriptions minutieuses et très exactes.

(1) *Chota* signifie *petit.* Au centre de l'Inde, il y a un *Bara-Nagpore,* c. à. d. *grand Nagpore.* — Les rois ou rajas de ce pays appartenaient à la " race du serpent „ *(nág bansi)* et portaient un dragon *(nág)* dans leurs armes. Cette explication étymologique de *Nagpore* paraît bien plus naturelle que celle qui en fait la " cité des diamants „, à cause des pierres précieuses *(nag)* que roulait le sable de ses rivières.

Pour l'ethnologie et la linguistique, le Chota-Nagpore offre un intérêt tout particulier. Dans le fait, peu de provinces dans les Indes orientales réunissent une variété aussi étonnante de peuples et de langues. M. Mac Grath, travaillant sur les chiffres du recensement, distingue cinquante et une tribus différentes dans le seul district de Lohardaga (1). Dans son *Statistical Account of Bengal*, Hunter énumère vingt et une races aborigènes et des castes innombrables d'Hindous pur sang ou d'aborigènes hindouisés.

Avec les statistiques et les rapports officiels de l'empire britannique des Indes, ce sont les ouvrages de Dalton et de Hunter qui restent, on le sait, les sources les plus sûres où puisent à pleines mains les savants d'Europe. Nous croyons rendre quelque service aux chercheurs en rassemblant ici des données ethnogéniques recueillies au milieu même du Chota-Nagpore. Autour du missionnaire, vivant côte à côte avec les indigènes, affluent des éléments d'information précieux. Mais les travaux évangéliques, loin de permettre de se consacrer à des études spéciales d'ethnographie et de linguistique, laissent peu de loisir pour partager avec le public intéressé le fruit d'observations souvent de toute première valeur et absolument dignes de crédit.

Nos notes d'aujourd'hui chercheront à compléter sur certains points les renseignements des livres et à signaler les progrès de la *sadanisation* ou *hindouisation* dans le Chota-Nagpore.

Dans d'autres articles, nous étudierons par le menu la vie et les mœurs de certaines tribus particulières et, en tout premier lieu, de la vigoureuse race ouraonne. Nous bénéficierons pour cela des observations de plusieurs jésuites belges, qui ont été pendant plusieurs années en contact avec les natifs et à qui leurs idiomes sont familiers.

Habitants de Chota-Nagpore. — Les habitants du Chota-Nagpore se partagent en deux grandes classes, les aborigènes et les Hindous, ou, pour employer le langage du peuple, les *Khôles* et les *Sadans*.

Khôle est le terme choisi par les Hindous pour désigner tout aborigène du Chota-Nagpore. Pour les habitants du pays, ce mot implique toujours une idée de mépris.

Les Khôles n'ont pas de nom générique : chaque tribu garde son nom propre bien distinct. A eux-mêmes, ils se donnent le titre de *desh ka admi*, c'est-à-dire *les hommes de la contrée*, et ils persistent à qualifier les Hindous de *dikhu* ou *étrangers*.

(1) Situé entre les 23°26′ et 24°39′ lat. N. et les 83°24′ et 85°57′ long. E.

Ils appellent encore les Hindous *Sadan, Khathakturu* ou *Kero,* toutes dénominations qui déplaisent fort aux Rajputs et aux Brahmines.

Dans le cours des âges, des milliers d'aborigènes se sont *sadanisés,* et la transformation se continue encore lentement de nos jours. C'est un fait hors de conteste que plusieurs peuplades ont abandonné leur langue primitive pour adopter l'*hindi.* Les Nagasias, les Bhuiñhars, les Rautias, les Bhogtas, les Saouts du Mainpat (Sarguja), les Gonrs du Biru, les Kherwars du Palamow et un grand nombre d'habitants du Barway ne parlent plus guère aujourd'hui que le *sadani.*

Chose remarquable, la sadanisation a affecté davantage les tribus établies à l'ouest et au nord-ouest du Chota-Nagpore. Quelques races indigènes, comme les Ouraons, les Mundas et les Kharrias, ont cependant conservé leur langue primitive. Néanmoins tous les idiomes accusent une tendance prononcée à emprunter au sadani des *bazars* ses formes et ses mots; l'ouraon et le kharria commencent à se ressentir fortement du commerce avec les Hindous.

Plus vous avancez vers le sud-est du district, moins la transformation paraît accentuée. La sadanisation, qui a envahi la partie occidentale du Chota-Nagpore, par exemple le Barway, n'a exercé qu'une influence légère dans le centre, en Ouraonnie, et s'est à peine fait sentir à l'est chez les Mundas. Il serait difficile d'assigner une cause à ce phénomène.

Les principales races aborigènes du Chota-Nagpore comprennent un grand nombre de familles qui ont chacune leur origine et leurs traditions, leur idiome et leurs coutumes; elles peuvent se classifier comme suit : les Ouraons, les Mundas, les Nagasias ou Kisans, les Bhuiñhars ou Sadan Mundas, les Kharrias, les Gonrs, les Birhors, les Korwas, les Asours, les Cheros, les Rautias, les Brijias, les Kherwars, les Santals, les Agarias, les Ghasis, les Chiks, les Bhogtas et les Touris.

Toutes ces familles appartiennent à deux grandes branches ethniques : la branche dravidienne et la branche kholarienne. A la branche dravidienne se rattachent les Ouraons, les Gonrs, les Rautias, les Kherwars et les Bhogtas. Les autres sont des rameaux kholariens.

Les Mundas. — *Munda* ou *mura* est un mot sanscrit qui signifie *chef.* Les Mundas se donnent à eux-mêmes la qualification de *Koroko,* c'est-à-dire " hommes par excellence ", ou encore de *Munda Honko,* " descendants des chefs ". Ils forment trois tribus

principales : les *Bhumij,* établis à l'est dans le Manbhum; les *Hos,* fixés au sud dans le Singbhum, et les *Mundas,* assis à l'ouest dans le Chota-Nagpore.

L'étude des monuments historiques et la linguistique déterminent avec grande probabilité la position géographique des peuplades Khôles sur le sol du Chota-Nagpore avant l'immigration ouraonne. En voici les traits saillants : à l'ouest et au nord-ouest jusqu'à Ranchi, les Santals; dans le Manbhum, les Bhumij; les Hos, dans le Singbhum; les Mundas, à l'est; les Kharrias, dans le Lohardaga et le Panari; les Bhuiñhars, dans le Barway et le Sarguja; les Korwas, dans le Jushpur; les Kherwars, dans le Tori et le Palamow.

Les Sadan Mundas auront pénétré dans le Checharee et le Barway après leur expulsion du Magha-Bajpur; là, ils apprirent le sadani et oublièrent peu à peu leur propre langue. Nous rencontrâmes un jour à Khurrund, au bout du Barway, un *tola* (quartier de village) de Mundas où personne ne comprenait un mot de mundari. Ce n'est pas un fait isolé.

De même, les Kherwars durent se sadaniser insensiblement pendant leur séjour au Bihar et dans le Magha. De fait, le sadani est aujourd'hui parlé à l'ouest dans le Lohardaga et le Barway, tandis que le mundari reste seul en vogue à l'est. Voici l'explication la plus plausible et la plus naturelle du phénomène.

Les Ouraons, émigrant en masse des contrées du nord, descendirent vers les plateaux du Chota-Nagpore; devant le flot envahisseur, les Mundas reculèrent vers le sud ou se réfugièrent dans les montagnes, cédant aux nouveaux venus les riches plaines et les terres arables. Un certain nombre cependant tint bon, et on les trouve encore de nos jours occupant des villages entiers ou quartiers de village en plein pays ouraon.

De leur côté, les Kharrias aussi abandonnèrent le sol aux Ouraons, et se retirèrent, les uns sur les montagnes de Palkot et de Doisa et le long de la Koël, les autres dans le Bahar Barway et le Bhitar Barway; quelques-uns même cherchèrent un abri dans les sombres collines du nord du Lohardaga.

Cependant les Ouraons, continuant leur marche, vinrent se fixer dans le Noagurh, le Barway et le Checharee, et forcèrent les Mundas et les autres propriétaires du sol à fuir vers les *pats.*

Avant l'invasion ouraonne, les Mundas n'ont pas occupé le Biru, et aujourd'hui on ne les y rencontre que par petits groupes très clairsemés et de récente immigration.

Les Santals. — Qu'il y ait eu autrefois des Santals dans le Chota-Nagpore, c'est une question indiscutable. La tradition et la linguistique plaident en faveur de cette assertion et emportent conviction. Les Santals étaient puissants dans le pays d'Hazaribagh, à l'époque de l'invasion musulmane du XVIIe siècle. Cédant au nombre, ils franchirent les *ghats,* et vinrent se répandre dans le district de Lohardaga et jusqu'à l'entrée de Ranchi.

L'influence de la langue santalie domine sur plusieurs points du Lohardaga. Dans les environs de Ranchi, Mundas et Ouraons parlent un dialecte mundari tout mélangé de santali. Le seul fait que leur langue a imprimé des vestiges si profonds dans le pays autoriserait à croire que les Santals vécurent jadis nombreux au Chota-Nagpore.

Les Touris. — Les Touris, selon toute apparence, ont devancé les Mundas au Chota-Nagpore. Cette théorie expliquerait pourquoi ils sont aujourd'hui éparpillés à travers la contrée et jouissent de si peu de considération. Au surplus, s'ils avaient suivi les Mundas, leur langue aurait certainement perdu beaucoup de sa pureté et de son originalité.

Nous trouvons des Touris perdus à tous les coins du district, depuis Ramgarh jusque Bandgaon, et du Tamar au Barway. Ils parlent le *touri,* idiome très voisin du mundari et surtout du santali.

Nul doute que cette tribu ne soit, comme celle des Asours, une des races aborigènes primitives.

L'invasion des Mundas les chassa de leurs terres : de cultivateurs qu'ils étaient dans le principe, ils devinrent *tokriwala,* " fabricants de corbeilles ".

Les Asours. — Les Asours habitent actuellement les parties montagneuses du Bahar-Barway et du Bhitar-Barway, c'est-à dire les *pats* de Gurdari, de Kujam, de Doka, de Banria, d'Ambakona, de Chorlata, de Husumba, et jusqu'au Kchutpat vers l'ouest de Barway-Nagar. Beaucoup ont émigré en Assam. Il est rare de les rencontrer vivant en communauté organisée dans les villages de la plaine, si ce n'est, de ci de là, par groupes isolés de quelques familles.

A entendre leurs traditions orales, les Asours ont occupé ces montagnes depuis de longues générations.

Ils portent le nom de *Lohars* (1), et si vous leur demandez à quelle race de *lohars* ils appartiennent, ils vous répondent,

(1) *Lohar* signifie " forgeron ".

les uns qu'ils sont des *Asour lohars,* les autres des *Khôl lohars* ou des *Munda lohars.* Mais ils ne veulent rien avoir de commun avec les *Sadan lohars.*

Nous trouvons aussi des Asours à Turundu, à Karra, à Jaypur et dans le district de Sanpur au sud de Ranchi. Les *barhai lohars* — charpentiers-forgerons — de Mankipatti se rattachent à la même famille.

Presque partout les Asours exercent le métier de forgerons et de fondeurs en fer; ils ne font pas métier d'aiguiser le coutre des charrues. Leur spécialité ne consiste pas à recueillir le fer dans le sable des rivières, mais plutôt à l'extraire du minerai des montagnes. Les Asours lohars travaillent le *loha gatti* ou " fer de la pierre ", tandis que les Sadan lohars ne travaillent que le *loha balu* ou " fer du sable ".

Plusieurs monuments attestent l'habileté de main des Asours, et dans maints endroits du Chota-Nagpore les gens montrent avec admiration les vestiges de leur art.

Les Asours parlent un patois mundari que ne comprennent pas leurs voisins Ouraons et Sadans. Le terme *asur,* en sanscrit comme en hindi, signifie un *mauvais esprit,* un *démon.*

Les Asours, raconte le peuple hindou, auraient été jadis des démons de premier ordre, toujours en guerre ouverte avec leurs dieux. Ne faudrait-il pas voir sous cette légende un souvenir de la lutte des aborigènes contre les Aryens envahisseurs?

La langue mundari emploie le mot *asur* avec le sens d'*esprit mauvais;* et dans la bouche des indigènes de Sarwadag, " forgerons " et " démons " sont à peu près synonymes.

Chose étrange! les Mundas du Mankipatti ne parlent des Asours que comme de personnages fabuleux cachés dans les cavernes, et leur attribuent certains caractères des Nutons du pays de Liége.

J. L.

GÉOGRAPHIE.

Les Pamirs. Leurs routes d'accès (1). — Pour visiter les monts *Kouen Lun* et les Pamirs du sud, *Sarikol* et *Taghdumbash*, M. Dauvergne suivit la voie *Ladak (Leh)* et *Yarkand.* Le 22 juin

(1) *Exploration dans l'Asie centrale,* par Henri Dauvergne. Bulletin de la Société de géographie de Paris, 1892, pp. 5-40 et une carte. — G. Capus. *Groupement ethnique des peuplades dans la région prépamirienne.* Revue de géographie de L. Drapeyron, xve année, 1891-1892, pp. 437-440.

1889 il quittait *Kashmir*. Les premiers obstacles qu'il rencontra sont le col du *Kardong* (5400 mètres), la rivière *Shyok*, très large et d'un passage assez difficile près de *Sati*, la passe du *Karawal* (4460 mètres) et celle de *Sasser-la* (5490 mètres) dans la chaîne de ce nom. La chaîne est fort importante, avec ses grands pics de 20 000 à 22 000 pieds d'altitude et ses grands glaciers. Quant à la passe, elle est longue, très pénible, balayée par un vent terrible qui fait geler sur les joues l'eau échappée des yeux, en un mot la plus redoutée des caravanes du Yarkand en destination de Ladak.

Mais voici de nouveaux défilés à traverser : le *Karakoroum* (5577 mètres), qui n'est pas difficile malgré son élévation (la chaîne du Karakoroum commence au delà); le *Suget* (5540 mètres), passe assez facile encore (tout près se trouve la source de l'*Ak-tash*, affluent du *Zerafschan)*; le *Kilian* (5320 mètres), à la frontière du Turkestan chinois, et enfin le *Namelong* (3700 mètres), où Dauvergne cessa de suivre la direction du nord pour se rabattre à l'ouest à travers les versants du Kouen Lun. Cinq cols furent franchis dont l'altitude maxima est de 4930 mètres. Au nord de la route se dresse une chaîne parallèle au Kouen Lun et qui n'est citée sur aucune carte; les sommets ont de 16 000 à 19 000 pieds d'altitude. La chaîne est coupée par diverses brèches livrant passage à des rivières descendues de la grande chaîne.

D'*Akmouchid* (2000 mètres) le voyageur marcha sur *Koghiar;* puis il traversa le *Tiznaf*. On était alors en septembre. La chaleur était de 33° C. Melons, pêches, raisins étaient en abondance; de même l'eau, l'herbe, l'avoine et le blé, toutes choses fort rares, mais indispensables pour les expéditions lancées dans ces régions.

Au delà du col de *Takta-Dawan* (4100 mètres), Dauvergne vit de nombreuses sources ferrugineuses et manganésifères, et des gisements de cuivre dont la fonte est faite à *Egizarak Kurgan*. Arrivé à *Langar*, il traversa le Zerafschan. Le cours d'eau se grossit à sa rive gauche du *Toung*, rivière poissonneuse dont les cartes russes font un tributaire du Taghdumbash. La vallée du Toung — l'altitude ne dépasse pas 7000 pieds — est encaissée dans de grandes montagnes rocheuses d'un aspect fort imposant et hautes de 13 000 à 15 000 pieds. On dirait une immense forteresse naturelle, accessible seulement par le Zerafschan à l'est et la passe du *Kotli Kandar* à l'ouest. La vallée est fertile, les fruits abondants, la neige inconnue pendant l'hiver. Les habitants sont d'un beau type régulier qui rappelle le type aryen.

La passe de Kotli Kandar (5000 mètres) est d'un accès difficile. La caravane dut franchir une nappe de neige gelée et raboteuse, puis grimper sur des rochers très escarpés. Les chevaux furent déchargés et hissés au moyen de cordes. Après cette dure épreuve, commença la descente vers le plateau du *Mariom Pamir* et la vallée du *Sarikol Pamir,* que suivent les Kanjoutis, venus des défilés du Mustagh en destination de Kashgar et de Yarkand. On suit d'abord la vallée du *Kash-Kurgan ;* au nord-nord-ouest se profile le grand massif des *Tagharma Mustagh* (25 800 pieds), et sur la rive gauche de la rivière les bas contreforts des bastions du Taghdumbash dominés par des pics neigeux d'une grande hauteur. En remontant le Kash-Kurgan, Dauvergne arrive à la jonction de deux branches mères du cours d'eau, le *Kunjerab* et le *Karachunkar,* dont les sources sont voisines de celles de l'Oxus; près de là paissent des ibex en troupe ainsi que *Ovis Polii* ; on sait que les cornes de *Ovis aries* sont parfois longues chacune de 1m,45. Les loups infestent les parages des sources de l'Oxus. Dauvergne y vit même un ours brun.

Vers la fin de septembre, la petite colonne gravissait le col de *Wakyi-Kul,* et arrivait après une marche de six milles au lac de ce nom, juché au sommet du défilé (15 600 pieds). La descente se fit au milieu des rochers couverts de glace, jusqu'au lit très large d'une rivière sortant de trois énormes glaciers et coulant vers l'ouest, et qui n'était autre que l'*Oxus.* Le volume d'eau doit être considérable en juillet et en août, mais à ce moment il n'y avait, vu l'abaissement de la température, que trois ou quatre petits canaux qui serpentaient à travers le sable et les galets du lit du fleuve.

De l'avis du voyageur, les sources de l'Oxus, qui ont déjà fait répandre pas mal de flots d'encre, sont par 75° long. E. de Gr., et 37°10′ lat. N. Le plus grand volume des eaux de ce fleuve provient des grands glaciers de l'*Hindou-Kouch,* au nord-ouest du col de *Kilik.* “ Quelques géographes, dit-il, ont supposé que l'*Amou-Daria* prenait sa source dans le *Gaz-Kul,* et contournant Ak-tash, devenait un cours d'eau considérable après avoir reçu le *Murghab* venu du *Kara-Kul* au nord. Ceci est une grande erreur, parce que le Kara-Kul, que j'ai contourné, n'a aucun exit, et il n'y a que la petite rivière de l'*Ak-Baïtal,* laquelle reçoit un petit cours d'eau venant de l'*Ousbelle* et du *Rang-Kul,* qui rejoint l'*Ak-su* ou Ak-tash, et qui après cela prend le nom de Murghab pour aller vers l'ouest rejoindre l'Oxus à *Kila-Wamar* dans le *Shignan.* „

Dauvergne suivit la rive droite de l'Oxus, dont le volume d'eau était grossi par les nombreux affluents descendus des glaciers de la chaîne du Mustagh, qui continuait à montrer ses pics neigeux. Arrivé à *Gombaz,* qui se trouve presque au centre du *Pamir Khurd* ou *Petit Pamir,* il constata au nord-est l'existence du petit lac, long de deux milles, qui donne naissance à la rivière Ak-su. Cette partie des Pamirs est fréquentée ; on y trouve des traces de route et des empreintes de chevaux.

Après avoir été aux prises avec des montagnes rugueuses, sur lesquelles il fallut hisser les bêtes, on put se reposer à *Sarhad-i-Wakhan* (3200 mètres), vallée fort hospitalière.

Au delà de l'Oxus, on franchit la passe de *Baroghil,* qui est la seconde porte de l'Inde après *Hérat;* elle est accessible à l'artillerie de montagne.

Deux routes s'offraient à l'expédition pour atteindre *Gilgit:* celle de *Mastuj,* qui prolongerait les fatigues de quinze jours, et celle du *Karumber,* qu'on disait très dangereuse. La dernière fut choisie. On marcha vers l'est par une vallée profonde sillonnée par le *Yarkhun,* qui arrose Mastuj et qui sort d'une longue mer de glace sur le côté nord du col de *Darkot.* Puis on arriva au *Ishky-Kul* (4280 mètres), lac d'environ une lieue de long sur deux kilomètres de large. Ses eaux noirâtres ne descendent pas vers Mastuj, mais donnent naissance à la rivière du Karumber, affluent de la rivière de *Yassin.*

Dauvergne longea le torrent du Karumber jusqu'à la rencontre d'un glacier énorme ; il est haut de 50 mètres, long d'au moins trois milles et barre complètement la rivière. On le franchit avec les plus grandes difficultés, puis on suivit le cours d'eau qu'on dut traverser et retraverser au moins trente fois.

La route par le Karumber est fort pénible, mais accessible cependant au printemps et à l'automne. Les eaux et la neige la rendent inabordable en été et en hiver.

Le 8 novembre, Dauvergne se trouvait à *Srinagar.* Son voyage n'avait donc duré que six mois, quoiqu'il eût parcouru 1500 à 1600 milles.

Nous connaissons les routes empruntées par MM. Dauvergne et Littledale (1) à travers les Pamirs. Voyons-en rapidement quelques autres.

Les caravanes qui veulent passer du *Turkestan afghan* dans la *plaine kashgarienne* peuvent suivre trois itinéraires. Le premier passe par le *Karatégine,* la vallée du *Sourkhâb* et le plateau de

(1) Cfr Revue des questions scientifiques, octobre 1892, pp. 660-661.

l'*Alaï*. Il traverse au *Bach Alaï* la passe à peine indiquée du *Taou-mouronne* et redescend ensuite par la vallée du *Kizil-su* oriental dans la plaine de Kashgar. C'est la route la plus directe, la plus sûre, et la plus facile en été.

On peut aussi partir du *Badakchan ;* on va de *Sebak* à *Ichkachin,* on remonte le *Pandj* jusqu'à sa source sur le Petit Pamir, puis par la passe de *Chindana* on se dirige sur Kash-Kurgan, d'où, par la vallée du *Yarkand-Daria,* on atteint la dépression de Yarkand.

Enfin la troisième route. la moins commode et la moins fréquentée, est la route du Murghab, qui traverse le *Rochan* et va se réunir. par la vallée de l'Ak-su, à celle du Petit Pamir. à Ak-tash; ou bien elle emprunte une des passes situées à l'est du Rang-Kul et court vers la vallée du *Genz* débouchant dans la plaine de Kashgar.

Quant aux routes qui mènent du nord au midi, du *Turkestan russe* à l'*Inde,* elles sont très peu nombreuses et fort difficiles. comparées aux autres. La seule route des caravanes est celle qui s'amorce au *Ferghana;* elle gagne la vallée de l'Alaï, traverse le col de *Kizil-Art.* le bassin du *Grand Kara-Kul,* la vallée de l'Ak-su, pour aboutir à Ak-tash, dans la vallée du Petit Pamir.

En principe, le Pamir est d'un accès beaucoup plus facile du Turkestan que de l'Inde. Les *Monts Alaï* sont entaillés de brèches plus accessibles que celles de l'Hindou-Kouch. Les plus fréquentées sont celles du *Taldyk* (3680 mètres), du *Djiptyk* (4350 mètres) et du *Kara-Kasyk* (4250 mètres).

Les bastions de l'Hindou-Kouch au contraire ne présentent, dans la partie attenante aux Pamirs, qu'une seule passe facile. celle de Baroghil (3650 mètres) menant du *Tchitral* au *Wakhan.*

Pour éviter les rigueurs des plateaux pamiriens, on peut, s'il s'agit d'un déplacement latitudinal, c'est-à-dire de l'*Inde* vers la région *turkestannienne* ou *vice-versa,* contourner le *Toit du Monde,* soit à l'est, soit à l'ouest. La route orientale passe par Kashgar, *Khotan,* Ladak. La route occidentale est celle de *Bokara* ou de *Samarcande,* par la passe de *Bamian,* à *Caboul* et à *Pechaver.*

Les Pamirs et les contrées avoisinantes (1).— Le capitaine Younghusband a quitté Leh le 8 août 1889. Il a franchi quatre

(1) Captain F. E. Younghusband. *Journeys in the Pamirs and Adjacent Countries.* PROCEEDINGS OF THE ROYAL GEOGRAPHICAL SOCIETY. London, 1892, pp. 205-234 et 1 carte.

passes d'une altitude de 17 500 à 18 500 pieds jusqu'à *Shahidula,* distant de 240 milles.

Au delà du col de *Sokhbulak,* il descendit dans la vallée de Yarkand. Il suivit le cours de la rivière. Resserrée par moments entre de puissantes montagnes, elle forme quasi un torrent roulant sur un lit de roches; plus en aval, elle est même barrée par de puissants rapides.

Non loin de *Karul* se trouvent des traces de minerais de fer et de cuivre ; c'est près de ce point que le Yarkand reçoit à gauche le *Surakwat,* et que l'expédition marcha vers le sud. Elle franchit la chaîne d'*Aghil,* à la passe de ce nom ; la colonne ne tarda pas à se trouver dans la vallée de l'*Oprang,* qui coule entre les pics neigeux et les *Mustagh Range.* A tout instant ces formidables bastions se dressent à pic le long des rives du cours d'eau dont l'explorateur chercha les sources. Après avoir passé à proximité du *Mont Godwin Austen* (28 278 pieds) et du *Gusherbrum* (26 000 pieds), il se trouva entouré de trois grands glaciers. Un d'eux s'arrête à une muraille de glace haute de 150 à 200 pieds; un autre semble une des principales sources de l'Oprang; le troisième enfin prend vers le sud la direction de la passe de Karakoroum. Il entreprit l'ascension d'une de ces masses, large d'un demi-mille, mais longue de dix-huit; il dut l'interrompre : les neiges (dont les flocons avaient la forme d'une étoile hexagonale) et les avalanches présentaient trop de dangers. La plus grande hauteur à laquelle on ait marché est de 17 000 pieds. Le capitaine rétrograda, et suivant toujours la vallée de l'Oprang il arriva à *Suget Jangal.* Il y fit l'ascension d'un autre glacier, *Crevasse Glacier,* d'une longueur de 25 milles, d'une largeur de 1000 à 1200 yards et d'une altitude de 13 000 pieds. Sa pente est de 2280 pieds pour 24 400 yards, soit 1/32. Sa direction générale est de nord-nord-ouest. Après avoir rejoint sa colonne restée sur les rives de l'Oprang, l'explorateur se décida à redescendre le cours d'eau jusqu'à son confluent avec la rivière de *Raskam* ou d'Yarkand. Son lit est caillouteux et sa largeur varie d'un demi-mille à un mille. Le versant des montagnes qui enserrent la rivière est uni et souvent à pic. Au commencement d'octobre sa profondeur est de * $1^{m},30$. Le passage du cours d'eau est dangereux à cause de la violence du courant et des roches qui tapissent le fond. A trois journées de marche en aval de Suget Jangal, l'Oprang reçoit un tributaire qui relie la passe de *Shimsal* au *Hunza.* C'est le chemin suivi par les Kanjoutis pour atteindre la route Leh-Yarkand. Le volume de

la rivière ne cesse de croître; à son embouchure elle est plus large que le Yarkand, dont elle doit d'ailleurs être considérée comme la branche mère. Le Raskam, jusqu'à sa jonction avec l'Oprang, a un cours de 180 milles, tandis que celui de l'Oprang n'atteint que 130 milles. Mais en revanche le volume d'eau de l'Oprang, grossi par les eaux des glaciers voisins de la passe de Mustagh, est double de celui du Raskam.

La chaîne d'Aghil, qui sépare le cours du Raskam et de l'Oprang, court dans une direction nord-ouest; elle se dresse entre les Mustagh Range et les crêtes occidentales du Kouen-Lun, et leur est parallèle. Elle est longue de 120 milles et forme divers pics dont le plus haut a 23 000 pieds. A son point de soudure avec les Mustagh, se trouvent quelques larges glaciers.

Par 37° lat. N. la caravane abandonna les rives du Yarkand, pour se diriger vers le *Taghdumbash Pamir*. On franchit par 14 600 pieds de hauteur le col de Kurbuou d'Ili-su, et on arriva près de *Kurgan-i-Ujadbai*, où les deux branches supérieures de la rivière Taghdumbash Pamir se réunissent. Ces deux branches descendent des passes de Wakhyrui et de Khunjerab. Le plateau de Taghdumbash Pamir n'a pas plus de 35 milles en longueur et sa largeur est d'un mille dans sa partie nord, où l'altitude est de 10 300 pieds, et de quatre à cinq milles dans sa section méridionale, qui est à 15 500 pieds au-dessus du niveau de la mer.

L'officier anglais marcha vers le sud et pénétra dans la vallée d'Hunza, où il chemina jusque Gilgit. Les pics de 20 000 pieds qu'il rencontra sont aussi nombreux que les pics de 10 000 pieds dans les Alpes. Vers la mi-décembre 1889 il entrait à Kashmir. Après s'être reposé de ses fatigues, le capitaine se remit en marche vers Leh qu'il quittait le 2 août 1890; il arrivait le 31 du même mois à Yarkand. Puis il marcha vers les Pamirs par les passes de Kizil Dawan, Kara Dawan, Torat, Chichiklik et déboucha sur la plaine de Tagharma, d'où il gagna Kash-Kurgan, point le plus septentrional atteint en 1889. Abordées du côté de la plaine kashgarienne, les montagnes du *Bam-i-Dunya*, ou Toit du Monde (on sait que c'est le nom donné au Pamir), sont d'aspect majestueux. Ce sont des bastions de roc, de neige et de glace, d'une altitude de 25 000 pieds, qui dominent la plaine où elles se dressent de 4000 pieds environ. Au delà de ces masses sont des vallées qui n'ont généralement que 13 000 ou 14 000 pieds au-dessus de la mer. Le fond des vallées est presque uni et large de quatre ou cinq milles.

Le climat est rigoureux sur le Grand Pamir, sur le Petit Pamir et sur le Tagh dum bash Pamir. En automne, le thermomètre marque 0° F à la fin de septembre et —18° F à la fin d'octobre. Le fond des vallées est vierge de neige en juin, juillet et août, mais les nuits sont tellement froides pendant ces trois mois, qui sont les plus agréables de l'année, qu'en Europe on se croirait au cœur de l'hiver. La culture n'est pas possible à ces hauteurs; les habitants doivent s'approvisionner dans la partie des vallées qui confine au Sarikol et au Shignan. Heureusement qu'il existe quelques bons pâturages où les Kirghizes peuvent mener paître leurs troupeaux. Ces Kirghizes sont un peuple nomade et pasteur. Ils vivent sous la tente. La base de leur nourriture est faite de lait frais ou caillé et de fromage. Le pain est un luxe. Ils sont hardis, peu intelligents. Leurs idées d'indépendance ne les rendent pas très belliqueux. Ils sont hospitaliers, mais pratiquent le brigandage lorsqu'ils sont sûrs de n'être pas châtiés.

De Kash-Kurgan la colonne marcha vers l'Ak-su, par la passe de Neza-tash. Elle descendit dans une vallée large de quatre milles, qui n'est autre que l'extrémité nord-orientale du Petit Pamir. On suivit l'Ak-su, qui continue son cours paisible jusqu'à sa jonction avec l'Ak-Baïtal, où il forme le Murghab; à son confluent avec l'*Istigh,* limite orientale du Grand Pamir, on se dirigea vers l'*Alichur Pamir* pour s'arrêter au bord du lac *Yashil-Kul.* Les montagnes qui bornent ce Pamir sont vierges de neige pendant l'été; en revanche, la chaîne qui le sépare du Grand Pamir en est toujours couverte sur ses cimes; elle est très haute et ses cols parfaitement difficiles.

On rebroussa chemin jusque *Chadir-Tash,* puis on marcha vers le nord pour rejoindre l'Ak-Baïtal. Près de son confluent avec le Murghab, celui-ci mesure 40 à 50 yards de largeur; sa profondeur est assez grande, mais il est guéable par places.

En remontant l'aride vallée d'Ak-Baïtal, on fit arrêt au Rang-Kul; les eaux de ce lac sont salées et d'un beau bleu. Près de là se trouve une roche percée de part en part, le *Chiragh-tash* ou rocher lumineux; les indigènes le disent habité par un dragon et attribuent au feu de ses yeux la lumière qui jaillit de la caverne. Le capitaine pénétra dans la caverne et put se convaincre que tout cet éclat n'est dû qu'à l'action des rayons solaires. Du Rang-Kul on s'achemina vers le Kara-Kul (12 800 pieds), et de là par le *Markhan-su* et le Kizil-su à Kashgar, où l'on arriva vers la fin d'octobre. Younghusband passa l'hiver dans cette ville et se remit en route pour les Indes le 22 juillet 1891.

Il marcha sur le défilé de Gez et de là sur le *Petit Kara-Kul.* De chaque côté du lac se dressent deux puissantes crêtes, distantes de 20 milles. Le pic le plus méridional est le Tagharma (25 300 pieds); l'autre pic doit être le *Mont Charkum* (22 500 pieds); ils sont remarquables tous deux par leur hauteur et par leur masse. Le voyageur ne tarda pas à rentrer à Kash-Kurgan, qu'il avait déjà visité après la traversée du Taghdumbash Pamir; il franchit la passe de Wakhyrui et descendit la rivière de *Pamir-i-Wakhan,* originaire d'un petit lac d'un mille de largeur, jusqu'à sa jonction avec le Little-Pamir à Bozai Gombaz. Après un court arrêt dans cette dernière localité, il reprit la route du Taghdumbash Pamir. Au col de Wakhyrui, il se dirigea vers le sud et s'arrêta six semaines à la passe de Kilik (15 000 pieds), pour explorer ce coin de l'Asie centrale où sont les lignes de partage de l'Indus, de l'Amou-Daria, et des cours d'eau du Turkestan oriental.

Le 13 octobre 1891, le capitaine Younghusband faisait son entrée à Gilgit.

Observations météorologiques au Congo français (1). — Ces intéressantes observations ont été faites, au moyen d'un thermomètre centigrade fronde, à la station de *Brazzaville* (Congo français), à 338 mètres d'altitude, par 4° 16′ 50″ lat. N. et 12° 56′ long. E. de P., pendant les mois d'août, septembre, octobre et novembre 1891. Pendant ces mois, la température a été de 23,1; 25,63; 27,22; 27,33 *(moyennes déduites).*

On constate au Congo deux saisons sèches et deux pluvieuses. Depuis le milieu de mai jusqu'à la fin de septembre, règne la *grande saison sèche,* pendant laquelle il ne pleut qu'exceptionnellement; *une première saison des pluies* se fait sentir du commencement d'octobre au milieu de décembre; elle fait place jusqu'au milieu de février à une *petite saison sèche.* Du milieu de février jusqu'au milieu de mai, il y a une *seconde saison des pluies.*

Pendant les saisons sèches, le ciel est constamment couvert et les écarts de température sont relativement très sensibles; la température, qui monte jusqu'à 35°C, descend parfois jusque 15° C. Ces écarts sont très pénibles.

La température est beaucoup plus uniforme à l'époque des pluies. Tous les trois jours, en moyenne, une tornade se fait sentir

(1) Paul Danzanvilliers, Nouvelles géographiques, n° 9, 1892, pp. 137-138.

pendant deux ou trois heures au plus, après quoi le ciel est absolument pur. La végétation renaît; toutes les plantes se couvrent de fleurs.

Pendant la saison sèche, le vent dominant est celui de l'ouest-sud-ouest qui souffle au lever et au coucher du soleil, ainsi que vers 11 heures et midi. Ce vent tombe presque entièrement pendant la saison des pluies; c'est le vent du nord-est qui souffle alors et apporte des tornades.

La marée barométrique pendant les deux saisons peut se résumer ainsi : baisse légère de 11 heures du soir à 3 heures du matin, montée assez forte jusque 9 heures du matin, puis baisse brusque jusqu'à 3 heures de l'après-midi et montée presque aussi brusque jusqu'à 11 heures du soir. Pendant la saison des pluies, cette marée s'accentue seulement. La hausse maxima est celle de 9 heures du matin, et la baisse maxima se produit vers 3 heures de l'après-midi.

La moyenne des pressions maxima pour 9 heures du matin est de 734 millimètres, en août, septembre, octobre et novembre; pour la hausse de 11 heures du soir, la moyenne est de 733 millimètres. La moyenne des pressions minima de 3 heures de l'après-midi est 730 millimètres 5, et pour la baisse de 3 heures du matin la moyenne est 731 millimètres. L'écart moyen maximum n'est donc pas considérable entre 9 heures du matin et 3 heures de l'après-midi.

En somme, la température de Brazzaville est très supportable; elle peut être considérée comme une moyenne pour tout le Congo français. La pression atmosphérique est très régulière et ses écarts ne sont pas trop grands.

L'humidité atmosphérique, qui est très forte et à peu près uniforme dans cette région, constitue un danger au point de vue sanitaire. On doit l'attribuer à une cause commune à toutes les localités du Congo, la proximité de l'équateur; puis à des causes particulières, la forêt ou le voisinage d'un important cours d'eau.

Cette humidité n'a pas encore fait l'objet d'observations scientifiques.

Altitude de l'Oural (1). — M. Abels, directeur de l'observatoire de Yekaterinbourg, a fait, en 1889, quelques déterminations barométriques dans les environs de cette ville. Il a déterminé

(1) *Nouvelles géographiques*. Paris, Hachette, 1892, p. 160, d'après l'Izvetia, t. XXVIII, fasc. III.

ainsi les altitudes des points culminants tant de la chaîne de l'Oural que des plaines et des vallées situées au faîte de séparation des cours d'eau de l'Europe et de l'Asie.

Entre 57° 8′ et 57° 2′ lat. N., l'Oural n'a pas du tout l'aspect d'une chaîne de montagnes. C'est un plateau de 400 à 500 mètres d'altitude.

Plus au sud, jusqu'à 56° 55′ lat. N., l'Oural se rétrécit, devient plus accidenté et atteint 520 mètres au point culminant, le *Mont Listvennaïa*. L'altitude la plus basse dans cette partie est de 430 mètres. Ce n'est qu'une différence de 90 mètres.

Un des points relevés, le *Mont Voltchikha*, se trouve à 530 mètres; les déterminations de Humboldt et de Terletsky attribuaient à cette montagne 2430 pieds ou 741 mètres, soit 211 mètres de plus!

Le chemin de fer transandin (1). — Une des principales préoccupations de la République Argentine a toujours été de trouver une issue quelconque sur l'océan Pacifique, dont elle est séparée par la chaîne des Andes. Elle n'en pouvait trouver de plus simple, de plus pratique et de plus commode que la construction d'un chemin de fer. Il reliera Buenos-Ayres à Valparaiso, comme New-York est relié à San Francisco.

On a commencé la voie ferrée des deux côtés à la fois. Ses lignes d'approche fonctionnent au mieux des intérêts des deux parties; elles favorisent l'exportation du bétail et du charbon, qui sont les principaux éléments d'échange entre les deux pays.

Sur le sol argentin on va de Buenos-Ayres à Mendoza; sur le sol chilien, de Valparaiso à Santa Rosa de los Andes. Entre les deux terminus il y a une longueur de ligne de 240 kilomètres qui n'est qu'à l'état d'exécution; c'est la partie la plus difficile à construire. Mendoza est déjà à 800 mètres d'altitude, Santa Rosa à 820 mètres. A mi-chemin entre ces deux villes se dresse, à 3200 mètres, la chaîne des Andes, appelée *La Cumbre*.

Pour franchir cet obstacle, il faudra de multiples travaux d'art. La longueur des tunnels à construire est évaluée à 15 360 mètres; le plus long n'aura pas moins de 5065 mètres.

Lorsque ce travail gigantesque sera terminé, on ira de Buenos-Ayres à Valparaiso en 48 heures; le trajet de Buenos-Ayres à Mendoza se fait déjà en 38 heures. On espère qu'en 1895 la jonction ferrée de l'Atlantique au Pacifique sera un fait accompli.

(1) *Nouvelles géographiques*, 1892, p. 159.

L'année cartographique. Deuxième supplément, contenant les modifications géographiques et politiques de l'année 1891. Paris, Hachette, 1892. — Nous avons rendu compte (1) du premier numéro de cette intéressante publication; elle n'a pas démérité; nous répétons cependant qu'elle est un peu tardive.

Comme celui de 1890, le fascicule de 1891 comprend trois feuilles : l'Asie, l'Afrique et l'Amérique. Pourquoi toujours oublier la malheureuse Australie? Si les progrès géographiques y sont lents, ne sont-ils cependant pas bons à noter?

La feuille d'Asie donne le résultat de l'expédition tibétaine du général Pevtsoff (3 croquis), et des missions dirigées en Indo-Chine par M. Pavie, de 1886 à 1891 (1 croquis). Le texte de M. Griffault, annexé à ce croquis, est intéressant; il résume les diverses explorations et donne un coup d'œil d'ensemble de l'oro-hydrographie, des races, des langues et des limites.

Pour l'Amérique, nous avons des détails relatifs *a)* à l'Atlas topographique des États-Unis; *b)* aux régions inexplorées du Canada (1 croquis); *c)* aux délimitations de territoires entre les divers États de l'Amérique du Sud (4 croquis); *d)* aux voyages d'exploration entrepris, en 1889-1891, par M. H. Coudreau, dans la Guyane française (1 croquis). Enfin un croquis donne les délimitations politiques de l'Amérique méridionale.

Les nouvelles limites des possessions portugaises en Afrique et la délimitation des sphères d'influence anglaise et italienne de l'Afrique orientale font l'objet de deux croquis. Deux autres représentent le Touat, où le Maroc montre des velléités de domination, et la région entre le Congo et le lac Tchad, d'après des voyages faits en 1890-1891. Enfin les itinéraires de MM. Catat, Maistre et Foucart dans l'île de Madagascar, de M. J. Menges, G. Nurse et L. Brichetti-Robecchi dans la presqu'île des Somali, du P. Schynse et de MM. J. Jackson et Gedge au Victoria-Nyanza, sont figurés dans trois petits cartouches. Le texte est un excellent résumé des nouvelles délimitations politiques, mais surtout des résultats des explorations africaines. Une simple réflexion déjà faite ici-même à propos de l'Ubangi-Uellé : ce n'est pas la longueur d'un cours d'eau qui fait son importance, mais bien le volume de ses eaux. M. Marius Chesneau peut-il contester cette théorie, déjà professée par M. d'Abbadie, pensons-nous, il y a une trentaine d'années?

F. Van Orroy,
lieutenant de cavalerie.

(1) Cfr. Revue des questions scientifiques, janvier 1892, pp. 324-325.

VARIÉTÉS

NOTES SUR MADAGASCAR

Dans ma dernière correspondance (1), je faisais remarquer que, sur nos hauteurs centrales d'Imerina, où se trouve Tananarive, la capitale des Hovas, nous n'avions guère à redouter les cyclones qui désolent le littoral de la grande île africaine. De fait, depuis près de soixante ans, autant que s'en souviennent les plus vieux habitants du pays, on n'avait eu à subir à Tananarive, jusqu'à cette année 1893, qu'un seul ouragan ou cyclone, en février 1876. Aussi, particulièrement terrible a été l'effet produit ici sur la population par le cyclone qui a passé sur nous dans la nuit du 28 au 29 janvier dernier.

" Les signes précurseurs de l'ouragan apparaissaient nombreux dès le 23 janvier; des bandes de cirrho-nimbus et cirrho-stratus flottaient au sein des régions élevées de l'atmosphère, animées d'une vitesse inaccoutumée ; le soir, la lune était entourée d'un halo ; les nuages abaissaient de plus en plus leurs nappes humides vers la terre; le vent soufflait par rafales, au coucher du soleil les nimbus s'étaient colorés d'un rouge cuivré, d'abord à l'est, puis à l'ouest; la courbe anormale du baromètre accusait, à n'en pas douter, une profonde perturbation atmosphérique.

„ Il ressort de l'examen du diagramme barométrique que, depuis le 22 janvier jusqu'au 31, nous sommes en face de deux systèmes cycloniques contraires; du 23 au 26, système anticyclonique qui répond à une aire de hautes pressions; du 26 au 29, système cyclonique avec aire de basses pressions. L'on croirait avoir sous les yeux le spectacle d une haute vague atmosphérique qui creuse un abîme en retombant. Du 27 au 28, le baromètre baisse graduellement d'un demi-millimètre par heure; dans le même intervalle de temps, la vitesse du vent est d'environ 28 kilomètres 500 mètres; d'abord à l'E.-S.-E., il s'infléchit vers le S.-S.-E. Le 28, toute trace de maximum barométrique diurne

(1) Voir *Revue des quest. scient.*, octobre 1892, p. 675.

disparaît : la tempête approche (1)..... Depuis 8 heures du soir jusqu'à 5 heures du matin, la colonne de mercure affolée monte et baisse par saccades, à chaque rafale ; à 3 heures 15 minutes, le 29 au matin, a lieu le minimum, $629^{mm}82$, par vent de N.-W. fort. Le baromètre est donc tombé à $18^{mm}18$ au-dessous de la pression moyenne du mois. Le centre de l'ouragan se trouve à notre S.-W. ; la vitesse du vent est de 15 mètres à la seconde, sa pression évaluée à 33 kilogrammes par mètre carré ; par bonheur, nous sommes sur le *bord maniable ;* le tracé du barographe indique un mouvement assez haut de translation du centre, puisque pendant près d'une heure le baromètre reste sensiblement à la même hauteur. Dès 3 heures 30 minutes, la colonne de mercure monte rapidement ; le terrible météore s'éloigne de nous et décrit sa trajectoire vers les régions éloignées de l'ouest de Madagascar et du canal de Mozambique. Et il continue sa marche furibonde jusqu'à ce qu'enfin, pareil à toute créature finie sortie des mains de l'Éternel, et contenant dans son essence même les germes de sa propre destruction, après avoir orgueilleusement semé sur son passage l'épouvante et les désastres de toute sorte, après avoir consumé les énergies accumulées au sein de son être, il va, légère et folle brise, anéantir sur le grain de sable ou la molécule d'eau son suprême et impuissant effort „ (2).

La région de Vatomandry et Mahanoro, au nord-est de Tananarive, sur le littoral, semble avoir subi le plus fort de la tourmente. C'est entre 11 heures et minuit, le 28, que le cyclone y aurait atteint le maximum de violence. Le vent soufflait du N.-E. à Vatomandry, le baromètre est descendu à 719, le 28 à 8 heures du soir, pour remonter au-dessus de 757 le 30 (3). C'est par centaines qu'on compte les cases ou maisons renversées par l'ouragan dans cette région ; près de cinq cents, rien que pour Vatomandry. A Mahanoro, c'est à peine si quelques-unes restent encore en bon état.

A Andevorante, gros village situé plus au nord, sur la route de Tananarive à Tamatave, il y aurait eu cent quarante-quatre maisons détruites.

A Tamatave, on en a été quitte pour un fort raz de marée. Mais, trois semaines plus tard, le 21 février, un nouveau cyclone est venu ravager bien terriblement cette région. D'après une

(1) Les phases de la tourmente ont été suivies d'heure en heure par le F. Soula, S. J., sous-directeur de l'Observatoire royal de Tananarive.

(2) Extrait d'une note du R. P. E. Colin, S. J., directeur de l'Observatoire royal de Tananarive.

(3) Observations de M. A. Allard.

correspondance adressée au *Progrès de l'Imerina,* le lundi 20, le vent était passé au sud-est après des brises prolongées du nord-est. L'air était étouffant. Le soir, vers 7 heures, le raz de marée commençait et l'horizon présentait d'inquiétants aspects rougeâtres. Dès 9 heures, le vent du sud-est soufflait en terribles rafales dont la violence allait toujours croissant jusqu'à 7 heures du matin..... A 7 heures, le vent tourna à l'est, vers midi au nord-est, mais sans rien perdre en violence. Ce n'est que vers 6 heures du soir que le calme commença à se rétablir.

Durant la nuit du 20 au 21, on aurait observé " comme une espèce de lance en travers de la lune ! „ Ce qui est plus certain, et peut être bon à noter, c'est l'intensité des taches solaires visibles en cette saison.

Sur divers points du pays, l'inondation a succédé à l'ouragan.

J'ai déjà dit que la capitale des Hovas, Tananarive, est bâtie sur une montagne presque totalement environnée de rizières formant une vaste plaine, à environ deux cents mètres au-dessous du point culminant de la cité. A travers cette plaine des rizières, surnommée par les indigènes *Betsimitatatra* (grande et sans canaux), entre deux longues lignes de digues épaisses coule le fleuve Ikopa. Sous la masse extraordinaire des eaux accrues par l'abondance des pluies tombées pendant et après l'ouragan, les digues se sont rompues en plusieurs points, et la plaine des rizières n'a pas tardé à devenir un lac immense. Sur cette vaste étendue d'eau, d'où émergent çà et là quelques cases ou maisons malgaches, des pirogues vont et viennent pour porter secours aux malheureux en détresse et rétablir les communications entre Tananarive et les localités situées sur les collines avoisinantes.

Au sommet de l'une des plus élevées de ces collines, dominant la région, s'élève *Ambohidrapeto,* la cité de Rapeto. C'est à ce Rapeto, personnage fabuleux, que la légende attribue la formation du grand lac d'Itasy. La contrée était jadis occupée par de florissantes rizières appartenant à la princesse Rasoalao, riche en terres et en bestiaux. Une façon de travailler les rizières des terrains marécageux, en Imerina, consiste à y faire piétiner des bœufs (1), jusqu'à ce qu'ils en aient suffisamment remué et pétri la vase. Le terrain ainsi préparé, on y jette la semence; puis on fait de nouveau piétiner les animaux. Or, Rapeto ayant un jour demandé à Rasoalao de vouloir bien lui prêter des bœufs pour piétiner ses rizières, la princesse les lui refusa. Rapeto se vengea en obstruant avec d'énormes blocs de pierre les canaux d'écoulement des rizières de Rasoalao, qui

(1) Le bœuf à bosse ou zébu *(Bos indicus).*

furent ainsi transformées en lac. En voyant la plaine des rizières de *Betsimitatatra* subitement submergée, l'imagination superstitieuse des Malgaches pourrait bien avoir cru à quelque vengeance ou maléfice d'un nouveau Rapeto. Un correspondant du journal anglais *Madagascar News,* lui, par un effort d'*imagination scientifique,* — " scientific use of the imagination, „ — y retrouve ce que devait être autrefois, chaque année, à la saison des pluies, l'aspect de la région: c'est-à-dire un immense lac entouré de forêts où habitaient l'hippopotame, le colossal Æpyornis, les crocodiles et les tortues géantes confinées maintenant aux îles Aldabra. Sous l'influence des pluies, — qui devaient être probablement plus abondantes que maintenant, en raison de la plus grande étendue des forêts, — les terres désagrégées vinrent surélever graduellement le fond du lac. Le fleuve ne tarda pas alors à se frayer un lit. L'homme survenant, les anciens rois de l'Imerina aidèrent la nature en construisant des digues. C'est ainsi que, progressivement, petit à petit, la vaste région lacustre d'autrefois serait devenue la magnifique plaine des rizières actuelles de *Betsimitatatra*, le grenier de la capitale des Hovas(1).

Ce qui n'est, hélas! ni imaginaire ni hypothétique, mais bien trop réel, c'est le nombre des victimes humaines et l'étendue des pertes matérielles causées par la tempête et l'inondation.

Dans l'ouest, les eaux du fleuve Ikopa se sont presque subitement élevées de plus de quatre mètres cinquante centimètres, et le courant impétueux du fleuve, dont la largeur moyenne mesurait environ cinq kilomètres, a emporté sur son passage des villages entiers, plusieurs milliers de bœufs et des centaines de personnes. A Tamatave, les quartiers excentriques ont été littéralement balayés.

Un grand nombre de navires ont péri, parmi lesquels le croiseur français *Le Labourdonnais,* qui s'est échoué avec bris à l'île de Ste-Marie, perdant deux officiers et vingt et un sous-officiers ou matelots de son équipage.

En permettant aux forces de la nature de se déchaîner contre une région de la terre, le Créateur veut toujours accomplir des vues de miséricorde et de charité sur l'homme. Puissent tous ceux qu'ont si douloureusement éprouvés les fléaux qui viennent de désoler Madagascar participer largement aux effets de cette miséricorde et de cette charité !

PAUL CAMBOUÉ, S. J.
missionnaire à Tananarive (Madagascar).

(1) Cfr. THE MADAGASCAR NEWS, February 4, 1893 : *The Great Inondation as an Illustration of Changes in Physical Geography.* J. S., Tananarive.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, tome CXVI, avril, mai, juin 1893.

N° 14. **Venukoff**. Les mesures géodésiques russes conduisent à une valeur de l'aplatissement de la Terre égale à (1 : 299,65).

G. Griner a réalisé la synthèse complète de l'érythrite, c'est-à-dire d'un alcool tétraatomique à chaîne normale.

A. Viré a trouvé près de Tesnière (Seine-et-Marne) un village néolithique d'un type nouveau : il se compose d'une série de fonds de cabanes carrées, se touchant les unes les autres et formant une rue régulière.

N° 15. **Alphonse de Candolle**, l'un des plus grands botanistes de notre siècle, né à Paris le 18 octobre 1806, est mort à Genève, le 4 avril 1893.

Pâris (vice-amiral) est mort le 8 avril 1893, à Paris, dans un âge très avancé.

S. Jordan. L'oxyde de carbone n'a pas d'action sur le manganèse ; le manganèse se volatilise, comme métal, à une température de peu supérieure à son point de fusion.

P. Sabatier et J.-B. Senderens ont obtenu un composé, le cuivre nitré, Cu_2NO_2, qui se comporte en général comme du peroxyde d'azote juxtaposé au cuivre.

G. Hermite a fait monter un ballon léger muni d'appareils enregistreurs, jusque 16 000 mètres. A cette altitude, le baromètre ne marquait plus que 103 millimètres ; l'air y avait une densité égale à celle que l'on peut supposer à la surface de la Lune. A 12 500 mètres, le thermomètre marquait 51 degrés sous zéro, tandis que la température à terre était de 17 degrés au-

dessus de zéro. Plus haut, à 16 000 mètres, la température était remontée de 30 degrés, sans doute à cause de la radiation solaire qui avait échauffé l'air du papier contenant les instruments.

N° 16. Le tome V des œuvres d'**Huygens** vient de paraître; il contient la correspondance des années 1664 et 1665.

Amagat fait connaître les résultats extrêmement curieux de ses expériences sur la dilatation de l'eau sous pression constante, ou sous volume constant. Il a employé des pressions jusque 3000 atmosphères. A partir de 200 atmosphères, il n'y a plus au-dessus de zéro de maximum de densité (voir aussi n° 18).

A. Hurwitz est parvenu à démontrer, d'une manière relativement élémentaire, la transcendance du nombre *e*. Note de **Gordan** sur le même sujet, n° 19.

A. A. Michelson a imaginé un moyen de comparer la longueur du mètre international à la longueur d'onde de la lumière du cadmium, avec une approximation du même ordre que celle que comporte la comparaison de deux mètres étalons. La longueur d'onde en question semble l'une des grandeurs les plus fixes de la nature.

R. Pictet a imaginé une méthode générale de synthèse chimique fondée sur l'emploi des basses températures et de l'énergie électrique ; cette méthode modifie profondément les nitrifications de la naphtaline, du phénol et du toluol (voir aussi n° 19).

C. Lenormand a obtenu un chlorobromure Fe_2Cl_2Br en faisant réagir le brome sur le protochlorure de fer (anhydre ou hydraté).

P. Jaccard. Les changements de pression (particulièrement de l'oxygène) dans l'atmosphère qui entoure une plante exercent une grande influence sur son développement. L'action de la pression sur les végétaux pourvus de chlorophylle n'est pas la même que chez les animaux.

A. Ruffer et H. J. Plimmer. Le parasite du cancer se multiplie le plus souvent par simple fissiparité.

N° 17. **Berthelot** conclut ainsi de nouvelles recherches sur les microrganismes fixateurs de l'azote : Il existe des microrganismes d'espèces fort diverses, exempts de chlorophylle, et aptes à fixer l'azote, spécialement certaines bactéries du sol. La nutrition de ces êtres ne paraît pas susceptible d'être entretenue par le carbone et l'hydrogène résultant de la décomposition de l'acide carbonique et de l'eau atmosphériques; elle est dès lors

corrélative de la destruction de certains principes hydrocarbonés, tels que le sucre et l'acide tartrique, jouant le rôle d'aliments pour les bactéries et les microrganismes. Il paraît nécessaire que ces matières renferment déjà quelque peu de principes azotés, pour donner aux êtres inférieurs le minimum de vitalité indispensable à l'absorption de l'azote libre. Si ces principes azotés sont trop abondants, la bactérie vivra de préférence à leurs dépens.

Brown-Séquard et d'Arsonval. D'après les constatations faites par un grand nombre de médecins, le liquide orchitique, bien qu'il ne possède aucune action curative directe sur les divers états morbides de l'organisme, peut, après injection sous la peau, guérir ou améliorer considérablement les affections les plus variées ou au moins en faire disparaître les effets (ataxie locomotrice, scléroses diverses de la moelle épinière, tuberculose pulmonaire, diabète, etc.). Ces actions du liquide orchitique sont dues à deux espèces d'influences; par l'une, le système nerveux, gagnant en force, devient capable d'améliorer l'état dynamique ou organique des parties malades; par l'autre, qui dépend de l'entrée dans le sang de matériaux nouveaux, ce liquide contribue à la guérison d'états morbides par la formation de nouvelles cellules ou d'autres éléments anatomiques.

Riquier. On peut réduire un système différentiel quelconque à d'autres systèmes linéaires et complètement intégrables du premier ordre.

N° 18. **Marey** est parvenu à étudier expérimentalement le mouvement des liquides par la chronophotographie et à vérifier diverses inductions des hydrauliciens. Il a montré aussi que la forme des poissons, obtuse à l'avant, effilée à l'arrière, est parfaitement adaptée à la facilité de leurs mouvements dans l'eau.

Moissan et H. Gautier. La chaleur spécifique moyenne du bore, entre 0° et 100°, est égale à 0,3066; de 100 à 192,3 degrés, elle est 0,3776; de 192,3 à 234,3 degrés, elle est 0,4333. Les chaleurs atomiques correspondantes sont 3,372, 4,153 et 4,766, très différentes de 6,4, nombre admis par la loi de Dulong et Petit, qui d'ailleurs se rapporte à des chaleurs spécifiques mesurées entre 0 et 100°.

A. Ch. Girard. Les feuilles des arbres les plus répandus dans les contrées tempérées de l'Europe (saule, aune; mûrier, robinier faux-acacia, orme, peuplier, tilleul; noisetier, chêne, micocoulier, érable, frêne; marronnier d'Inde, charme, vigne; platane, bouleau, pin) ont en moyenne une valeur alimentaire comparable à

celle de la luzerne. Les feuilles d'un certain nombre d'espèces (cytise, faux ébénier, if, noyer, ailante, laurier-rose, laurier-cerise, sumac, corroyère) sont vénéneuses; la consommation des bourgeons et des très jeunes feuilles est dangereuse pour le bétail.

E. Picard vient de publier le tome deuxième de son *Traité d'analyse;* il contient la théorie des fonctions harmoniques, la démonstration de l'existence des intégrales des équations différentielles, la théorie des intégrales abéliennes et des surfaces de Riemann.

Mascart a achevé la publication du troisième et dernier volume de son *Traité d'optique.*

N° 19. **Poincaré**. Dans son état actuel, la théorie cinétique des gaz donne une formule inexacte pour la détente adiabatique (voir aussi n° 21, la formule corrigée qui peut remplacer la formule de Maxwell).

Rowland est élu correspondant de l'Académie.

Simart. On peut toujours, par une transformation de Cremona, transformer une courbe algébrique quelconque, d'abord en une seconde n'ayant que des points multiples à tangentes distinctes (théorème de Noether), puis celle-ci en une troisième, ayant seulement des points doubles à tangentes distinctes.

H. Le Chatelier. Des expériences récentes prouvent que les chaleurs spécifiques du carbone, pas plus que celles du bore, ne sont d'accord avec la loi de Dulong et Petit; à 250°, le carbone présente une discontinuité brusque dans la plupart de ses propriétés, y compris celles qui dépendent de la chaleur spécifique.

Phisalix et G. Bertrand Les glandes venimeuses du crapaud fournissent au sang de cet animal les principes toxiques qu'il renferme.

N° 20. **P. P. Dehérain** a prouvé expérimentalement que la trituration du sol est un puissant moyen de nitrification; il ne faut pas la pratiquer à l'automne, de peur que les nitrates formés ne soient dissous, entraînés et perdus; au printemps, au contraire, si on la pratiquait mieux et plus, elle pourrait déterminer une production de nitrates telle qu'elle amènerait des récoltes pleines, sans introduction de nitrates de soude étrangers.

F. Folie. On doit faire usage de la déclinaison apparente au lieu de la déclinaison vraie, non seulement dans le calcul de l'aberration, mais aussi dans celui de la précession et de la nutation.

N° 21. **Kummer**, l'illustre arithméticien auquel on doit la démonstration la plus étendue qui existe du dernier théorème de Fermat, est mort le 14 mai 1893, à Berlin. Il était né le 29 janvier 1810, à Sorau dans la Basse-Lusace, sur la frontière de la Silésie.

Berthelot vient de publier un ouvrage considérable, en trois volumes in-4°, intitulé *La Chimie au moyen âge,* complément de ses autres ouvrages historiques. Le tome I a pour titre spécial : *Essai sur la transmission de la science antique au moyen âge; doctrines et pratiques chimiques.* L'auteur y prouve que les procédés et même les doctrines des alchimistes anciens avaient passé des Grecs aux Latins, dès les temps de l'empire romain, et qu'ils s'étaient conservés, jusqu'à un certain point, à travers les âges de barbarie, par les traditions techniques des arts et métiers. C'est par cette voie directe, bien plus que par l'intermédiaire des Arabes, que les Occidentaux ont appris la chimie grecque. L'auteur a donné dans ce volume un tableau réel des connaissances chimiques vers l'an 1300. — Le tome deuxième contient l'*Alchimie syriaque*, texte et traduction de M. Rubens Duval, commentaire de M. Berthelot. On y trouve une suite de traités traduits du grec qui complètent la collection des Alchimistes grecs, puis des fragments et compilations formant une transition entre la chimie grecque et la chimie arabe. — Le troisième volume est consacré à l'*Alchimie arabe* et renferme les textes essentiels y relatifs en arabe et en français, publiés par M. Houdas et revisés, au point de vue technique, par M. Berthelot. De ces textes, les uns semblent des traductions du grec; les autres sont dus surtout à Geber, " médecin, chimiste et philosophe dont la rectitude d'esprit ne répond pas à l'étendue du domaine intellectuel qu'il a essayé d'embrasser. Ses œuvres arabes n'ont pour ainsi dire rien de commun avec les ouvrages latins apocryphes qui portent son nom. „ En effet, ces derniers écrits ont " été fabriqués en Occident, du XIIIe au XVIe siècle. Cette fabrication a faussé toute l'histoire de la science, en faisant attribuer jusqu'ici aux Arabes des découvertes dont on ne trouve aucune trace dans leurs écrits authentiques. Ceux-ci, en chimie comme dans les autres sciences, ne contiennent guère autre chose que les faits déjà rapportés par les Grecs. „

A. Gautier a trouvé, dans une grotte du midi de la France, un phosphate naturel nouveau, d'origine animale, $P_2O_5 Al_2O_3 7 H_2O$. Il fait connaître, dans les numéros suivants, le mode de formation des phosphates naturels d'alumine et de fer.

G. Wiedemann est nommé correspondant de l'Académie.

N° 22. **Moissan**. La zircone et la silice fondent rapidement dans le four électrique et, après sept ou huit minutes d'expérience, elles entrent en ébullition et prennent l'état gazeux.

Moissan a préparé au four électrique divers métaux réfractaires. Il résulte de ses recherches que le chrome pur est plus infusible que le platine ; au-dessus du chrome, il faut placer le molybdène, l'uranium, le tungstène et enfin le vanadium.

N° 23. **de Gasparin**, mort le 8 mai 1893, est l'un des agriculteurs qui ont le plus contribué à étudier scientifiquement quels engrais conviennent à telle ou telle terre, et à faire progresser la pratique agricole.

Moissan n'a pas trouvé de diamant dans le fer d'Ovifak.

A. Chatin. Contrairement à l'opinion de De Candolle, en général, la multiplicité des organes homologues est un signe d'abaissement dans les végétaux.

N° 24. **Berthelot** et **Matignon** ont fait de nouvelles déterminations de la chaleur de combustion des principaux gaz hydrocarbonés, en employant l'air comprimé dans la bombe calorimétrique. Les résultats obtenus ont permis de constater avec plus de précision qu'autrefois la similitude de propriétés que présentent les corps homologues.

Nordenskiöld est nommé associé de l'Académie.

G. Humbert. Si l'on peut tracer sur une surface algébrique une série simplement infinie de courbes unicursales de même ordre, se coupant deux à deux en un point mobile, la surface est représentable sur un plan.

J. D. Van der Plaats conclut, d'une étude des trois mémoires de Stas de 1860, 1866 et 1881, que les poids atomiques de N, H, O sont 14,052, 1,0065 et 16, et réfute diverses critiques dont les travaux de Stas ont été l'objet.

S. Winogradsky est presque certain d'avoir isolé un microbe fixateur d'azote.

E. Gain. L'humidité du sol favorise d'une manière considérable le développement des nodosités des racines des Légumineuses.

N° 25. **Moissan**. A la haute température produite par l'arc électrique, les métalloïdes, les métaux et les composés les plus stables de la chimie minérale sont volatilisés ou dissociés. Citons : le pyrophosphate et le silicate de magnésium (dissociés), le cuivre, l'argent, le platine, l'aluminium, l'étain, l'or, le manganèse, le fer, l'uranium, le silicium et le carbone, la chaux, la

magnésie (volatilisés). Il ne reste plus pour résister à ces hautes températures qu'une série de composés nouveaux parfaitement cristallisés, d'une stabilité exceptionnelle : ce sont des borures, des siliciures et surtout des carbures métalliques. Ces composés peuvent subsister dans les astres à température élevée.

N° 26. **Daubrée** fait connaître la nouvelle carte géologique de la Russie d'Europe qui vient de paraître. On y a fait abstraction des dépôts post-tertiaires qui recouvrent presque tout le pays, sauf dans quelques cas particuliers importants. Tels sont les dépôts quaternaires des grandes transgressions marines : la *Caspienne,* s'étendant à 1000 kilomètres au nord de la mer actuelle, et la *boréale,* atteignant à 700 kilomètres au sud de la mer Glaciale.

Poincaré a publié le tome deuxième de son ouvrage *Les Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste,* et ses leçons du second semestre de 1891-1892 sur la *Théorie des tourbillons* (théorie hydrodynamique de Helmholtz et leurs relations avec les lois des actions électrodynamiques).

Hadamard. Un déterminant d'ordre n dont tous les éléments ont un module au plus égal à l'unité a un module au plus égal à la racine carrée de la $n^{ième}$ puissance de n.

A. Berget a trouvé par une méthode nouvelle que la densité de la terre est 5,41.

Le Chatelier. On peut résumer un grand nombre de lois physiques dans cet énoncé unique : les capacités individuelles d'énergie d'un système isolé se conservent invariables, sauf celle de la chaleur (entropie) qui augmente dans les transformations irréversibles.

A. d'Arsonval. La durée de l'excitabilité des nerfs et des muscles, après la mort, est beaucoup plus grande qu'on ne le croit généralement. Un muscle atteint de rigidité cadavérique complète et restant en apparence absolument inerte sous l'influence des causes les plus énergiques de contraction est capable d'excitations rythmiques quand on excite le nerf. Les nerfs eux-mêmes peuvent rester doués très longtemps de la puissance de mettre en jeu les muscles.

P. M.

Bruxelles. — Imp. Polleunis et Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

L'ÉCOLE ANGLAISE

ET

LES THÉORIES PHYSIQUES

A PROPOS D'UN LIVRE RÉCENT DE W. THOMSON (1).

On vient de traduire en français un recueil de conférences scientifiques, portant sur diverses questions de physique générale, que W. Thomson a tenues dans des circonstances variées. En parcourant ces conférences, on éprouve un sentiment très étrange, le sentiment que l'on a bien sous les yeux l'œuvre d'un savant de premier ordre et que, cependant, cette œuvre n'est pas tout à fait de la science, du moins de la science telle que nous la comprenons, telle que nous l'aimons.

Ce sentiment, nous l'avons éprouvé, à un degré plus ou moins intense, toutes les fois que nous avons ouvert un livre écrit par l'un des physiciens de l'École anglaise contemporaine, Maxwell ou Lodge, Tait ou Thomson; c'est l'étonnement que cause à une intelligence française

(1) Sir W. Thomson (Lord Kelvin). *Conférences scientifiques et allocutions*, traduites et annotées sur la deuxième édition par P. Lugol; avec des extraits de mémoires récents de sir W. Thomson et quelques notes, par M. Brillouin. *Constitution de la matière*. Paris, Gauthier-Villars, 1893.

la forme spéciale sous laquelle le génie britannique conçoit et réalise la science physique.

Il nous a semblé intéressant d'analyser les causes de cet étonnement, de rechercher les caractéristiques du génie scientifique anglais; de classer les marques auxquelles se distingue « cette grande École anglaise de Physique Mathématique dont les travaux sont une des gloires de ce siècle » (1).

Aucun ne personnifie mieux cette École que W. Thomson ; ingénieux comme Faraday, audacieux comme Maxwell, il est plus complet que chacun de ces deux génies ; expérimentateur aussi habile que le premier, il manie la géométrie aussi aisément que le second, et, dans cette branche de science, il le surpasse par son esprit d'invention; ses recherches, non contentes d'embrasser le champ entier de la physique théorique, rayonnent dans le domaine des applications pratiques; grâce à elles, les navigateurs sont à l'abri des erreurs du compas, et les câbles sous-marins portent la pensée d'un continent à l'autre. Aussi, les *Conférences scientifiques* de W. Thomson nous fourniront-elles de précieux documents; par elles, nous saisirons le génie scientifique anglais sous sa forme la plus haute et la plus parfaite.

I

Si l'on examine avec soin les particularités les plus saillantes de la physique anglaise, celles qui la distinguent le plus nettement de la science française ou allemande, on reconnaît bientôt que toutes ces particularités découlent d'un caractère très profond, très marqué de l'esprit anglais, caractère qui les relie les unes aux autres en les expliquant.

(1) O. Lodge. *Les Théories modernes de l'Électricité. Essai d'une théorie nouvelle.* Traduit de l'anglais et annoté par E. Meylan. Paris, Gauthier-Villars, 1891, p. 3.

L'Anglais possède, à un degré que l'on ne rencontre chez aucun autre peuple de l'Europe, une faculté imaginative qui lui permet de se représenter un ensemble très compliqué de choses concrètes, de les voir chacune à sa place, avec son mouvement et sa vie. Qui n'a été frappé, en lisant un quelconque des romanciers de la Grande-Bretagne, Dickens par exemple, de l'abondance et de la minutie des détails qui surchargent la moindre description? Le lecteur français sent, tout d'abord, sa curiosité piquée par le pittoresque de chaque objet; mais il ne peut voir l'ensemble, et l'effort stérile qu'il fait pour reconstituer le tableau dont les innombrables fragments sont épars devant ses yeux lui cause bientôt une fatigue qui souvent le rebute. L'Anglais, au contraire, voit sans peine l'agencement de toutes ces choses ; son imagination remet sans peine chacune d'elles à sa place, saisit le lien qui les unit et est charmée par ce qui nous lasse.

Cette extraordinaire puissance, ce développement anormal de la faculté d'imaginer des choses concrètes a sa contre-partie ; chez l'Anglais, la faculté de créer des notions abstraites, de les analyser, de les relier par des raisonnements rigoureusement construits, semble n'avoir pas la force et l'acuité qu'elle acquiert chez les peuples germaniques ou dans nos races latines. Les philosophes anglais ne sont guère occupés que des applications de la philosophie : psychologie, morale, science sociale; ils aiment peu les recherches plus abstraites et y réussissent mal ; ils procèdent moins par suites de raisonnements que par entassements d'exemples ; au lieu d'enchaîner des déductions, ils accumulent des faits ; Darwin ou Spencer n'entament pas avec leurs adversaires la savante escrime de la discussion : ils les écrasent en les lapidant.

Extraordinaire puissance à voir le concret, extrême faiblesse à saisir l'abstrait, telle paraît être la caractéristique de ce génie anglais qui excelle à combiner des choses et à créer des hommes, à faire mouvoir les unes et vivre

les autres, mais qui semble impuissant à enfanter et à développer une idée; de ce génie qui a produit Shakspeare, mais qui n'a pas donné un métaphysicien.

Ces deux traits essentiels, ces deux marques distinctives, nous allons les retrouver sans cesse en analysant la forme sous laquelle l'École anglaise a conçu la physique.

II

On trouve à chaque instant, dans les traités de physique publiés en Angleterre, un élément qui étonne à un haut degré l'étudiant français; cet élément, qui accompagne presque invariablement l'exposé d'une théorie, c'est ce que les savants britanniques nomment le *modèle*. Rien ne fait mieux saisir la façon, bien différente de la nôtre, dont procède l'esprit anglais dans la construction de la science, que cet usage du modèle.

Deux corps électrisés sont en présence; le physicien français ou allemand, qu'il se nomme Poisson ou Gauss, conçoit que, dans l'espace extérieur à ces corps, on place cette abstraction qui a nom point matériel, accompagnée de cette autre abstraction qu'on appelle charge électrique; il donne alors des formules qui permettent de déterminer la grandeur et la direction de la force à laquelle ce point matériel est soumis lorsqu'on le place en un point géométrique donné de l'espace; la direction de cette force touche, au point considéré de l'espace, une certaine ligne, la *ligne de force;* il démontre que les lignes de force aboutissent normalement aux surfaces des conducteurs électrisés; il calcule la force qui s'exerce sur chaque élément d'une telle surface.

Toute cette théorie de l'électrostatique constitue un ensemble d'idées et de propositions abstraites, formulées dans le clair langage de l'analyse et de la géométrie, reliées les unes aux autres par les règles d'une sévère

logique ; cet ensemble satisfait pleinement la raison d'un physicien français ou allemand.

Il n'en va pas de même pour un Anglais ; ces notions abstraites de fonction potentielle, de surfaces de niveau, de trajectoires orthogonales à ces surfaces, ne satisfont pas son besoin d'imaginer des choses matérielles, visibles et tangibles. « Tant que nous nous en tenons à ce mode d'expression, nous ne pouvons nous former une représentation mentale des phénomènes qui se passent réellement » (1). C'est pour satisfaire ce besoin qu'il va créer un modèle.

Là où le physicien français ou allemand concevait une famille de lignes de force, il va imaginer, lui, un paquet de fils élastiques, collés par leurs deux extrémités aux divers points des surfaces conductrices, distendus, cherchant à la fois à se raccourcir et à grossir, à diminuer de longueur et à augmenter de section ; lorsque les deux corps électrisés se rapprochent l'un de l'autre, il les voit tirés l'un vers l'autre par ces fils ; tel est le célèbre modèle des actions électrostatiques imaginé par Faraday, admiré, comme une œuvre de génie, par Maxwell et par l'École anglaise tout entière.

L'emploi de semblables modèles mécaniques, rappelant, par certaines analogies plus ou moins grossières, les particularités essentielles de la théorie qu'il s'agit d'exposer, est constant dans les traités de physique anglais ; les uns, comme le traité d'électricité de Maxwell, en font seulement un usage modéré ; d'autres, au contraire, font appel à chaque instant à ces représentations mécaniques. Voici un livre (2) destiné à exposer les théories modernes de l'électricité, à esquisser une théorie nouvelle ; il n'y est question que de cordes qui se meuvent sur des poulies, qui s'enroulent autour des tambours, qui traversent des perles, qui portent des poids ; de tubes qui pompent de l'eau, d'autres qui

(1) O. Lodge. *Op. cit.*, p. 16.
(2) O. Lodge. Ouvrage cité.

s'enflent et se contractent; de roues dentées qui engrènent les unes avec les autres, qui entraînent des crémaillères.

Bien loin que l'usage de ces modèles mécaniques facilite l'intelligence d'une théorie à un lecteur français, il faut au contraire à celui-ci, dans un grand nombre de cas, un effort sérieux pour saisir le fonctionnement de l'appareil, parfois très compliqué, que l'auteur lui décrit; un effort souvent beaucoup plus grand que celui qui est nécessaire pour comprendre dans sa pureté la théorie abstraite que le modèle prétend incarner.

L'Anglais, au contraire, trouve l'usage du modèle tellement nécessaire à l'étude de la physique que, pour lui, la vue du modèle finit par se confondre avec l'intelligence même de la théorie. Il est curieux de voir cette confusion formellement acceptée par celui même qui est, aujourd'hui, la plus haute expression du génie anglais, par W. Thomson : « Il me semble, dit-il (1), que le vrai sens de la question : Comprenons-nous ou ne comprenons-nous pas un sujet particulier en physique? est : Pouvons-nous faire un modèle mécanique correspondant? J'ai une extrême admiration pour le modèle mécanique de l'induction électromagnétique, dû à Maxwell; il a créé un modèle capable d'exécuter toutes les opérations merveilleuses que l'électricité fait dans les courants induits, etc., et il ne peut être douteux qu'un modèle mécanique de ce genre est extrêmement instructif et marque un pas vers une théorie mécanique de l'électromagnétisme.... Je ne suis jamais satisfait (2), tant que je n'ai pas pu faire un modèle mécanique de l'objet; si je puis faire un modèle mécanique, je comprends; tant que je ne puis pas faire un modèle mécanique, je ne comprends pas, et c'est pour cela que je ne comprends pas *la* théorie électromagnétique de la lumière. Je crois fermement en *une* théorie électromagnétique de la lumière; quand nous comprendrons

(1) W. Thomson. *Lectures on Molecular Dynamics*, p. 132.
(2) *Ibid.*, p. 270.

l'électricité, le magnétisme et la lumière, nous les verrons comme les parties d'un tout; mais je demande à comprendre la lumière le mieux possible sans introduire des choses que je comprends encore moins. Voilà pourquoi je m'adresse à la dynamique pure. »

III

Comprendre un phénomène physique, c'est, pour les physiciens de l'École anglaise, composer un modèle qui imite ce phénomène; dès lors, comprendre la nature des choses matérielles, ce sera imaginer un mécanisme dont le jeu représentera, simulera, les propriétés des corps; l'École anglaise est donc acquise entièrement aux explications purement mécaniques des phénomènes physiques.

Ce n'est pas là, assurément, un caractère qui suffise à distinguer les doctrines anglaises des traditions scientifiques qui fleurissent en d'autres pays; les théories mécaniques sont issues d'un génie français, le génie de Descartes; elles ont longtemps régné sans contestation en France comme en Allemagne; ce qui distingue l'École anglaise, ce n'est pas d'avoir tenté la réduction de la matière à un mécanisme, c'est la forme particulière de ses tentatives dans ce but.

Sans doute, partout où les théories mécaniques ont germé, partout où elles se sont développées, elles ont dû leur naissance et leurs progrès à une défaillance de la faculté d'abstraire, à une victoire de l'imagination sur la raison. Si Descartes et les philosophes qui l'ont suivi ont refusé d'admettre l'existence de toute qualité de la matière qui ne se réduisait pas à la géométrie ou à la cinématique, c'est parce qu'une telle qualité était *occulte;* parce que, concevable seulement par la raison, elle demeurait inaccessible à l'imagination; la réduction de la matière à l'étendue par les grands penseurs du XVIIe siècle montre

clairement qu'à cette époque le sens métaphysique, épuisé par les excès de la Scolastique en décadence, entrait en cet état de décrépitude où il languit encore aujourd'hui.

Mais, en France comme en Allemagne, le sens de l'abstraction peut avoir des défaillances; il ne sommeille jamais complètement. Il est vrai, l'hypothèse que tout, dans la nature matérielle, se ramène à la géométrie et à la cinématique, est un triomphe de l'imagination sur la raison; mais, après avoir cédé sur ce point essentiel, la raison, du moins, reprend ses droits lorsqu'il s'agit de déduire les conséquences, de construire le mécanisme qui doit représenter la matière. Descartes, par exemple, et Huygens après lui, une fois posé le principe que l'étendue est l'essence de la matière, ont bien soin d'en déduire que la matière a partout la même nature; qu'il ne peut y avoir plusieurs substances matérielles différentes; que, seules, les formes et les mouvements peuvent distinguer l'une de l'autre les différentes parties de la matière; et ils cherchent à construire logiquement un système qui explique les phénomènes naturels en ne faisant intervenir que ces deux éléments : la figure des parties mues et le mouvement dont elles sont animées.

En outre, comme les facultés d'un Français ou d'un Allemand ne lui permettent pas d'imaginer un mécanisme lorsqu'il est quelque peu compliqué, le Français et l'Allemand exigeront de tout essai tenté pour expliquer mécaniquement l'univers, qu'il soit *simple;* toute explication qui ferait intervenir un nombre considérable de substances élémentaires, qui les combinerait en un organisme compliqué, sera, de prime abord, rejetée par eux comme invraisemblable; ils demanderont que l'on réduise la matière, en dernière analyse, à un petit nombre d'espèces d'atomes élémentaires, deux ou trois au plus; que ces atomes aient des formes géométriques simples; qu'ils soient doués seulement de quelques propriétés mécaniques essentielles; que ces propriétés soient exprimées en des

propositions très brèves et très faciles à comprendre, propositions qu'ils chercheront d'ailleurs à justifier par des considérations métaphysiques. Que l'on examine toutes les explications mécaniques imaginées par des Français ou par des Allemands, depuis les doctrines de Descartes jusqu'aux théories du P. Leray, que nous analysions ici-même il y a peu de temps (1), et l'on y reconnaîtra toujours, d'une manière très nette, la double tendance vers l'abstraction et vers la simplicité.

Il n'en est pas de même des explications mécaniques créées par des génies britanniques. Leur puissante faculté imaginative se figure sans peine les mécanismes les plus embrouillés ; aussi ne craignent-ils pas d'attribuer à la matière une structure très complexe. W. Thomson, pour expliquer la dispersion des couleurs, regarde les molécules matérielles comme de véritables édifices, où interviennent des éléments rigides et des éléments élastiques ; son éther gyrostatique n'est guère simple et, cependant, il surpasse beaucoup en simplicité l'éther que construisent Maxwell et M. Oliver Lodge, afin de rendre compte des phénomènes électromagnétiques.

Non seulement les édifices par lesquels les physiciens anglais cherchent à représenter la constitution de la matière sont compliqués ; mais encore les matériaux qui les forment ne se réduisent pas à des formes géométriques douées de quelques propriétés abstraites élémentaires ; ce ne sont pas les matériaux avec lesquels Descartes cherche à construire la « machine » du monde, simples figures douées de la propriété d'échanger, par le choc, leurs quantités de mouvement sans en rien perdre ; non, ce sont des corps concrets, semblables à ceux que nous voyons ou que nous touchons, des solides rigides ou élastiques, des fluides compressibles ou non ; parfois, pour les rendre plus tangibles, pour mieux faire comprendre

(1) P. Duhem. *Une nouvelle théorie du monde inorganique.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1893.

qu'il s'agit non pas d'idées élaborées par l'abstraction, mais bien de corps pareils à ceux que nous manions tous les jours, W. Thomson affecte de les désigner par les noms les plus vulgaires : il les appelle des ficelles ou des renvois de sonnette ; les propriétés élémentaires dont sont doués ces corps, rigidité, élasticité, compressibilité, fluidité, flexibilité, ne reçoivent ni définition, ni justification métaphysique ; W. Thomson, par exemple, ne se pose jamais des questions philosophiques telles que celle-ci : Un des éléments ultimes de la matière peut-il occuper un volume variable ou ne le peut-il pas ? Est-il essentiellement incompressible, ou bien peut-il être comprimé ? Encore moins se demande-t-il ce qu'il faut entendre par le volume qu'occupe un atome. Les éléments qui constituent la matière sont semblables à ceux que nous voyons tous les jours autour de nous ; ils peuvent être fluides comme l'eau, compressibles comme l'air, élastiques comme l'acier, flexibles comme un fil de cocon ; leur nature n'a pas besoin d'être philosophiquement définie ; il suffit que leurs propriétés tombent sous les sens ; les mécanismes qu'ils servent à composer ne sont pas destinés à être saisis par la raison, ils sont destinés à être vus par l'imagination.

IV

Ce que nous avons dit de l'emploi des « modèles » pour « illustrer » les théories physiques va nous aider à comprendre le rôle que, dans le développement de ces mêmes théories, les Anglais font jouer aux mathématiques.

Certainement, plus d'un lecteur s'étonnera en nous entendant parler de la part qui revient à la faculté imaginative dans les recherches mathématiques ; les mathématiques passent pour une science que la faculté de créer des idées abstraites, jointe à la faculté de les enchaîner en raisonnements logiques, a seule le pouvoir d'engendrer et

de développer; cette opinion courante me paraît cependant fort inexacte, à moins qu'on ne l'explique.

Sans doute, toute branche des mathématiques pures ou appliquées traite de concepts qui sont des concepts abstraits ; c'est l'abstraction qui fournit les notions de nombre, de ligne, de surface, d'angle, de masse, de force, de température, de quantité de chaleur ou d'électricité ; c'est l'abstraction, c'est l'analyse philosophique qui démêlent et précisent les propriétés fondamentales de ces diverses notions, qui énoncent les axiomes et les postulats ; ces notions abstraites, il serait possible de les enchaîner les unes aux autres par des raisonnements qui feraient intervenir presque exclusivement les facultés logiques de l'esprit ; la géométrie d'Euclide nous offre un exemple d'un pareil enchaînement. Mais les procédés mathématiques ont précisément pour but de remplacer cette méthode extrêmement laborieuse par une autre qui est beaucoup plus aisée ; au lieu de raisonner directement sur les notions abstraites qui l'occupent, de les envisager en elles-mêmes, le mathématicien profite de leurs propriétés les plus simples pour les représenter par des nombres, pour les *mesurer;* alors, au lieu d'enchaîner dans une suite de syllogismes les propriétés de ces notions elles-mêmes, il soumet leurs mesures à des manipulations opérées suivant des règles fixes, les règles de l'analyse mathématique. Or, dans l'analyse mathématique, une part très importante, celle que l'on peut, dans la plus large acception du mot, nommer le *calcul,* suppose, chez celui qui la développe ou qui l'emploie, bien moins la puissance d'abstraire et l'habileté à conduire par ordre ses pensées, que l'aptitude à se représenter les combinaisons diverses et compliquées que l'on peut former avec certains symboles, à voir les transformations qui permettent de passer de l'une de ces combinaisons à l'autre ; l'auteur de certaines recherches analytiques n'a rien du métaphysicien ; il ressemble à l'ingénieur qui combine des rouages

multiples, ou mieux au joueur qui, sans regarder l'échiquier, fait évoluer le fou et le cavalier.

D'après ce que nous avons dit du génie anglais, on doit penser que les géomètres de la Grande-Bretagne excelleront à jouer des algorithmes les plus compliqués de l'algèbre, bien plus qu'à creuser les principes mêmes sur lesquels reposent les mathématiques ; cette prévision ne se trouve-t-elle pas confirmée d'une manière éclatante si l'on compare les recherches d'un Sylvester à celles d'un Riemann ou d'un Weierstrass ?

Les mathématiques consistant surtout, pour l'Anglais, en un mécanisme algébrique, quel rôle leur fera-t-il jouer dans le développement d'une théorie physique ? Celui de *modèle*. De même que, pour éclairer une théorie physique, il construisait avec des matériaux solides ou liquides, élastiques ou flexibles, un appareil dont le jeu imitait les principaux phénomènes que la théorie avait pour objet de relier, de même, avec des symboles algébriques, il va construire un système représentant, par ses diverses transformations, la coordination des lois qu'il cherche à classer. Lorsqu'il construit un modèle, il le forme avec les matérieux qui lui paraissent être les plus commodes, sans jamais se demander si l'agencement qu'il imagine a la moindre analogie de nature avec les corps dont il veut reproduire les propriétés, et cela lors même qu'il s'agit de représenter la constitution de la matière ; de même, lorsqu'il compose une théorie mathématique, peu lui importe de savoir à quels éléments réels correspondent les grandeurs algébriques qu'il fait entrer dans ses équations ; si ces équations imitent bien le jeu des phénomènes, peu lui importe la voie par laquelle elles ont été obtenues.

Ceux qui, en France ou en Allemagne, ont fondé la physique mathématique, Laplace, Poisson, Ampère, Gauss, prenaient grand soin, au début d'une théorie physique, de marquer les faits d'expérience sur lesquels ils s'appuyaient, de préciser les hypothèses qu'ils admet-

taient, de définir les grandeurs dont ils parlaient ; de là ces préambules, en général si soignés, qui conduisaient pas à pas le lecteur jusqu'à l'équation où la théorie entière se trouve condensée. Ces préambules, on les chercherait presque toujours en vain chez les auteurs anglais ; pour eux, l'équation seule vaut; la mise en équation ne les intéresse pas.

En veut-on un exemple frappant ?

A l'électrodynamique des corps conducteurs, créée par Ampère, Maxwell a adjoint une électrodynamique nouvelle, l'électrodynamique des corps diélectriques ; cette branche de la physique découle de la considération d'un élément essentiellement nouveau, que l'on a nommé, bien improprement d'ailleurs, le *courant de déplacement;* introduit pour compléter la définition de l'état variable d'un diélectrique, état que la connaissance de la polarisation ne détermine pas entièrement, de même que le *courant de conduction* a été adjoint à la charge électrique pour compléter la définition de l'état variable d'un conducteur, le courant de déplacement présente avec le courant de conduction d'étroites analogies en même temps que des différences profondes ; grâce à l'intervention de ce nouvel élément, l'électrodynamique est bouleversée ; des phénomènes, que l'expérience n'avait pas entrevus, sont annoncés ; on voit germer une théorie nouvelle de la propagation des actions électriques dans les milieux non conducteurs, et cette théorie conduit à une interprétation imprévue des phénomènes optiques ; sans doute cet élément si nouveau, si étrange, dont l'étude se montre si féconde en conséquences importantes, surprenantes, paradoxales, Maxwell ne le fera figurer dans ses équations qu'après l'avoir défini et analysé avec les plus minutieuses précautions ?— Ouvrez le mémoire (1) où Maxwell a exposé sa théorie nouvelle du champ électromagnétique, et vous n'y trouverez,

(1) J. Clerk Maxwell. *A Dynamical Theory of the Electromagnetic Field.* PHILOSOPHICAL TRANSACTIONS OF LONDON, vol. CLV, p. 480.

pour justifier l'introduction des flux de déplacement dans les équations de l'électrodynamique, que ces deux lignes :

« Les variations du déplacement électrique doivent être ajoutées aux courants pour obtenir le mouvement total de l'électricité. »

Cette absence de toute définition, même lorsqu'il s'agit des éléments les plus nouveaux et les plus importants, nous fait comprendre comment des hommes pour lesquels l'analyse n'a plus de mystère demeurent interdits devant l'œuvre de Maxwell, incapables, dans bien des cas, de dire quelle en est la véritable pensée. Maxwell étudie en elles-mêmes les transformations des équations de l'électrodynamique, sans chercher le plus souvent à voir sous ces transformations la coordination des lois physiques ; il les étudie comme on regarde les mouvements d'un mécanisme ; voilà pourquoi c'est un labeur illusoire de rechercher, sous ces équations, une idée philosophique qui n'y est pas ; voilà dans quel sens on doit, ce me semble, interpréter ce mot de Hermann Hertz (1) : « A cette question : qu'est-ce que la théorie de Maxwell ? je ne saurais donner de réponse à la fois plus courte et plus nette que celle-ci : la théorie de Maxwell, c'est le système des équations de Maxwell. »

V

Les géomètres français qui ont composé les premières théories de la physique mathématique ont eu une tendance constante à les regarder comme de véritables explications, au sens métaphysique du mot ; à admettre qu'elles saisissaient la réalité même des choses et les véritables causes des phénomènes. Cette tendance, issue de Descartes, perce à chaque instant dans les écrits de Laplace et de Poisson, de Fresnel, de Cauchy et d'Ampère ; parfois, il

(1) Hermann Hertz. *Untersuchungen über die Ausbreitung der elektrischen Kraft.* Einleitende Ubersicht, p. 23. Leipzig, 1892.

est vrai, ces auteurs ont comme peur de leur audace, et, pour un moment, ils soupçonnent que leurs théories ne sont peut-être que des représentations et non point des explications ; mais cette pensée prudente, après avoir lui un instant et fait entrevoir à ces grands esprits la véritable portée de la méthode en usage dans les sciences positives, se voile de nouveau et disparaît derrière les nuées qu'amoncèle une confiance superbe et absolue en la toute-puissance de la science moderne.

Cette tendance à voir dans la théorie mathématique une explication métaphysique de l'univers contraste singulièrement avec la tendance des physiciens anglais qui n'y voient jamais qu'un modèle ; même lorsqu'il écrit un mémoire sur la constitution de l'éther ou de la matière, W. Thomson n'oublie jamais qu'il ne saisit pas l'essence des choses, qu'il se borne à construire un appareil capable de simuler certains phénomènes ; cette pensée est sans cesse présente à son esprit ; il y revient à chaque instant.

Cette opposition entre la tendance française et la tendance anglaise se marque par des caractères essentiels et frappants.

Le physicien français de la fin du XVIIIe siècle, du commencement du XIXe siècle, pose, au début de toute théorie, un certain nombre d'hypothèses qui, pour lui, définissent les propriétés premières, essentielles, élémentaires de la matière ; puis, de ces hypothèses fondamentales, il cherche à déduire, par une suite logiquement enchaînée de raisonnements précis, l'explication de tous les phénomènes de la physique ; aucun ne doit rester en dehors de la chaîne, car les hypothèses fondamentales sont censées définir toutes les propriétés premières de la matière, d'où découlent, comme les effets de leurs causes, tous les phénomènes que nous observons. De cette méthode sont issus ces majestueux systèmes de la nature qui se proposent de transporter à la physique la forme

de la géométrie d'Euclide; qui, prenant pour bases un certain nombre de postulats très simples, prétendent en déduire, jusqu'au moindre détail, l'explication du monde matériel; depuis l'époque où Descartes déroulait l'ample chaîne de ses *Principes de Philosophie,* jusqu'au temps où Poisson, après Laplace, cherchait à réduire le mécanisme du système du monde à l'attraction, tant newtonienne que moléculaire, et à constituer ainsi l'ensemble de la *Mécanique physique*, tel a été le perpétuel idéal du génie français; en poursuivant cet idéal, il a été élevé des monuments dont les proportions grandioses et les lignes simples ravissent encore l'admiration, aujourd'hui qu'ils branlent sur des fondements sapés de toutes parts.

Cette unité de la théorie, cet enchaînement logique entre toutes les parties qui la constituent, sont des conséquences tellement nécessaires, tellement forcées, de la manière dont les physiciens de l'École française conçoivent une théorie que, pour eux, troubler cette unité ou rompre cet ordre, c'est violer les principes de la logique, c'est commettre une *absurdité.*

Il n'en est nullement de même pour les physiciens anglais.

La théorie mathématique est, pour eux, non pas une explication des lois physiques, mais un modèle de ces lois; elle est construite non pour la satisfaction de la raison, mais pour le plaisir de l'imagination; dès lors, la théorie mathématique échappe à la domination de la logique; il est permis au physicien anglais de construire un modèle pour représenter un groupe de lois et un autre modèle, sans lien avec le précédent, pour représenter un autre groupe de lois, et cela lors même que certaines lois seraient communes aux deux groupes; pour un géomètre de l'école de Laplace et de Cauchy, il serait absurde de donner d'une même loi deux explications distinctes et de soutenir que ces deux explications sont vraies en même temps; pour un physicien anglais, il n'y a aucune contra-

diction à ce qu'une même loi soit figurée de deux manières différentes par deux modèles différents. Il y a plus : la complication ainsi introduite dans la science ne le choque pas, car sa faculté imaginative, plus puissante que la nôtre, n'éprouve pas au même degré que la nôtre le désir de la simplicité, le besoin de l'unité ; elle se retrouve sans peine dans des labyrinthes où la nôtre se perdrait.

De là, dans les théories anglaises, ces disparates, ces incohérences, ces contradictions que nous sommes portés à juger sévèrement parce que nous cherchons un système rationnel là où l'auteur ne prétend nous donner qu'une œuvre d'imagination.

En lisant ces conférences de W. Thomson, intitulées *Constitution de la matière*, gardez-vous bien d'y chercher un ensemble de recherches logiquement coordonnées et marquant comment les diverses lois physiques peuvent se déduire d'hypothèses déterminées sur la constitution de la matière; grande serait votre surprise et plus grande encore votre déception. Ici, la matière nous est présentée comme un ensemble de points matériels isolés et immobiles; entre ces points s'exercent des attractions, et W. Thomson, après avoir émis l'idée que ces attractions peuvent se réduire à l'action newtonienne, développe l'hypothèse qui les en distingue ; là, les gaz sont un ensemble de petits projectiles animés de vitesses prodigieuses, qui se heurtent dans leur course folle ; plus loin, la molécule matérielle est un ensemble d'enveloppes sphériques, concentriques, reliées par des ressorts ; ailleurs, c'est un système gyrostatique constitué par des tourbillons d'éther. Entre ces diverses théories, aucun essai d'accord; chacune d'elles se développe isolément, sans souci de celle qui l'a précédée, recouvrant une partie du champ que celle-ci a déjà couvert. Ce sont des tableaux, et l'artiste, en composant chacun d'eux, choisit avec une entière liberté les objets qu'il représentera et l'ordre dans lequel il les groupera ; peu importe si l'un de ses person-

nages a déjà posé, dans une attitude différente, pour un autre tableau ; le logicien serait mal venu de s'en choquer ; une suite de tableaux n'est pas un enchaînement de syllogismes.

Cette incohérence entre les diverses parties d'une théorie n'est pas particulière à W. Thomson ; elle est plus frappante encore dans les écrits de Maxwell :

« Le savant anglais, dit M. H. Poincaré dans une préface devenue célèbre (1), ne cherche pas à construire un édifice unique, définitif et bien ordonné ; il semble plutôt qu'il élève un grand nombre de constructions provisoires et indépendantes, entre lesquelles les communications sont difficiles et parfois impossibles.

» Prenons, comme exemple, le chapitre où l'on explique les attractions électrostatiques par des pressions et des tensions qui régneraient dans le milieu diélectrique. Ce chapitre pourrait être supprimé sans que le reste du volume en devînt moins clair et moins complet, et, d'un autre côté, il contient une théorie qui se suffit à elle-même, et on pourrait le comprendre sans avoir lu une seule des lignes qui précèdent ou qui suivent. Mais il n'est pas seulement indépendant du reste de l'ouvrage ; il est difficile à concilier avec les idées fondamentales du livre, ainsi que le montrera plus loin une discussion approfondie ; Maxwell ne tente même pas cette conciliation ; il se borne à dire (2) : « I have not been able to » make the next step, namely, to account by mechanical » considerations for these stresses in the dielectric. »

» Cet exemple suffira pour faire comprendre ma pensée ; je pourrais en citer beaucoup d'autres ; ainsi, qui se douterait, en lisant les pages consacrées à la polarisation

(1) H. Poincaré. *Électricité et Optique*. I. *Les Théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière*. Introduction, p. VIII.

(2) « Je n'ai pas réussi à faire le second pas, à rendre compte par des considérations mécaniques de ces tensions du diélectrique. » Maxwell, *Traité d'électricité et de magnétisme*. Traduction française. Tome I, p. 174.

rotatoire magnétique, qu'il y a identité entre les phénomènes optiques et magnétiques ? »

Sans doute, ce qu'il y a d'exact et de vraiment fécond dans l'œuvre de Maxwell prendra place, un jour, dans un système cohérent et logiquement construit, dans un de ces systèmes où les pensées sont conduites par ordre, à l'image des *Éléments* d'Euclide ou de ces majestueuses théories que déroulaient les créateurs de la physique mathématique ; mais ce n'est assurément pas là ce que cherchait Maxwell ; lorsque M. Boltzmann (1), par exemple, tente de construire un pareil système, nous devons voir dans sa tentative non pas la tâche d'un commentateur scrupuleusement et servilement fidèle du grand physicien, mais le travail du penseur allemand cherchant à transformer en un ensemble logiquement coordonné de théories rationnelles ce qui n'était, dans l'esprit de l'auteur anglais, qu'une suite de modèles, construits pour l'imagination.

Lorsqu'on parcourt l'œuvre d'un grand physicien anglais, de W. Thomson ou de Maxwell ; lorsqu'on voit apparaître ces vues disparates qui se contredisent d'une année à l'autre de sa vie, d'un chapitre à l'autre de son livre, on se prend à songer à ces lois et à ces coutumes innombrables que chaque siècle apporte à la législation anglaise ; lois et coutumes qui contredisent les coutumes et les lois des siècles précédents et qui, cependant, bien loin de les détruire, se superposent à elles, se mêlent et se confondent avec elles ; on est frappé de retrouver, dans la science comme dans la législation, cette incurie logique, devant laquelle l'esprit français, assoiffé de simplicité et d'unité, demeure frappé de stupeur ; en tout ordre de choses, le Français demande un code.

(1) Boltzmann. *Vorlesungen über Maxwell's Theorie der Elektricität und des Lichtes*, Ie Theil, Leipzig, 1891.

VI

Ici, une digression dont l'objet nous paraît important.

Les géomètres, français pour la plupart, qui ont fondé la physique mathématique, voyaient dans les théories qui constituent cette science l'explication rationnelle, la raison d'être métaphysique des lois découvertes par les expérimentateurs ; dès lors, ces théories, ils les voulaient logiquement enchaînées.

Cette manière de comprendre le rôle des théories de la physique mathématique tend, aujourd'hui, à être abandonnée; de plus en plus, les physiciens, du moins ceux qui réfléchissent à la portée de la science qu'ils sont chargés de développer et d'enseigner, tendent à voir dans les théories physiques non plus des explications métaphysiques, mais seulement des systèmes représentatifs qui classent et coordonnent les lois physiques; nous avons développé à plusieurs reprises (1), dans cette *Revue*, les raisons qui doivent, selon nous, faire adopter cette idée.

Or, si nous admettons que les théories de la physique mathématique ne sont pas des systèmes métaphysiques, si nous ne leur attribuons qu'une valeur représentative, si nous ne les considérons que comme des méthodes de classification, pourquoi exigerions-nous encore que toutes ces théories se déduisent avec une rigueur absolue d'un petit nombre de principes nettement énoncés et posés une fois pour toutes ? Pourquoi n'admettrions-nous pas que des groupes distincts de lois soient symbolisés par des théories différentes, les unes reposant sur certaines hypothèses, les autres sur d'autres hypothèses incompatibles avec les premières ? Pourquoi même n'admettrions-nous

(1) P. Duhem. *Quelques réflexions au sujet des théories physiques* (Revue des questions scientifiques, janvier 1892). — *Notation atomique et hypothèses atomistiques* (Ibid., avril 1892). — *Une nouvelle théorie du monde inorganique* (Ibid., janvier 1893). — *Physique et Métaphysique* (Ibid., juillet 1893).

pas à la fois plusieurs théories différentes, inconciliables, pour rendre compte d'un même ensemble de phénomènes ? Pourquoi, en un mot, donnerions-nous la préférence à la rigueur logique des théoriciens français sur l'incohérence logique des physiciens anglais ?

Cette pensée s'est présentée certainement à bien des esprits.

Il en est dont, sans doute, elle séduit le scepticisme ; ceux-là ne sont pas loin de mettre sur la même ligne la méthode suivie par Laplace et Ampère, et la méthode suivie par W. Thomson et Maxwell; peut-être même inclinent-ils à donner la préférence à cette dernière ; n'est-pas cette tendance qui perce dans les lignes suivantes, écrites par M. H. Poincaré (1) ?

« On ne doit donc pas se flatter d'éviter toute contradiction ; mais il faut en prendre son parti. Deux théories contradictoires peuvent, en effet, pourvu qu'on ne les mêle pas, et qu'on n'y cherche pas le fond des choses, être toutes deux d'utiles instruments de recherche, et, peut-être, la lecture de Maxwell serait-elle moins suggestive s'il ne nous avait pas ouvert tant de voies nouvelles divergentes ? »

D'autres, au contraire, ceux qui veulent absolument attribuer aux théories de la physique une valeur ontologique, M. Vicaire (2) par exemple, se plaisent à montrer qu'en regardant les théories physiques comme de pures représentations, on est conduit à regarder comme légitime l'incohérence logique en de pareilles théories ; et ils comptent bien que cette conséquence, qui répugne si violemment au génie français, se retournera en objection contre la pensée dont elle est issue.

Les idées qui sont en train de naître et d'évoluer parmi

(1) H. Poincaré. *Électricité et Optique. I. Les théories de Maxwell et la théorie électromagnétique de la lumière*, Introduction, p. IX.

(2) E. Vicaire. *De la valeur objective des hypothèses physiques.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, avril 1893.

les physiciens posent donc un important problème ; ce problème, on peut l'énoncer ainsi : *En physique théorique, l'incohérence logique est-elle légitime ?* ou encore, sous une formule plus explicite, de la manière suivante : *Est-il légitime de symboliser, soit plusieurs groupes distincts de lois expérimentales, soit même un groupe unique de lois, au moyen de plusieurs théories dont chacune repose sur des hypothèses inconciliables avec celles qui portent les autres ?*

A cette question, nous n'hésitons pas à répondre, comme nous l'avons déjà fait (1) : SI L'ON S'ASTREINT A N'INVOQUER QUE DES RAISONS DE LOGIQUE PURE, *on ne peut empêcher un physicien de représenter par plusieurs théories inconciliables soit des ensembles divers de lois, soit même un groupe unique de lois; on ne peut condamner l'incohérence dans le développement de la théorie physique.*

Si l'on admet, en effet, comme nous avons cherché à l'établir, qu'une théorie physique n'est autre chose qu'une classification d'un ensemble de lois expérimentales, comment puiserait-on, dans le code de la logique, le droit de condamner un physicien qui emploierait, pour coordonner des ensembles différents de lois, des procédés de classification différents, ou qui proposerait, pour un même ensemble de lois, diverses classifications issues de méthodes différentes ? La logique interdit-elle aux naturalistes de classer un groupe d'animaux d'après la structure du système nerveux et un autre groupe d'après la structure du système circulatoire ? Un malacologiste sera-t-il absurde s'il expose à la fois la classification de M. Bouvier, qui classe les mollusques d'après la disposition de leurs filets nerveux, et celle de M. Remy Perrier, qui fonde ses comparaisons sur l'étude de l'organe de Bojanus ? Ainsi un physicien aura logiquement le droit de regarder ici la matière comme continue, et là de l'envisager comme formée d'atomes séparés ; d'expliquer les effets capillaires

(1) P. Duhem. *Quelques réflexions au sujet des théories physiques.* § 8. REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1892.

par des forces attractives s'exerçant entre des particules immobiles, et de douer ces mêmes particules de mouvements rapides pour rendre compte des effets de la chaleur ; tous ces disparates ne violeront pas les principes de la logique.

La logique n'impose évidemment au physicien qu'une seule obligation : c'est de ne pas confondre ses divers procédés de classification ; c'est, lorsqu'il établit entre deux lois un certain rapprochement, de marquer d'une manière précise quelle est celle des méthodes employées par lui qui justifie ce rapprochement ; c'est, en un mot, selon l'expression de M. H. Poincaré, de ne pas mêler deux théories contradictoires.

Nous ne pouvons donc, si nous n'invoquons exclusivement que des raisons d'ordre logique, condamner l'incohérence logique en physique théorique. Mais les raisons d'ordre purement logiques ne sont pas les seules qui dirigent raisonnablement nos jugements ; le principe de contradiction n'est pas le seul auquel il nous soit permis d'avoir recours. Pour que nous rejetions légitimement une méthode, il n'est pas nécessaire qu'elle soit absurde ; il suffit que notre objet, en la rejetant, soit de lui préférer une méthode plus parfaite ; c'est en vertu de ce principe que nous pouvons trancher la difficulté que nous examinons et poser légitimement la règle que voici : *Nous devons, en physique théorique, fuir l'incohérence logique,* PARCE QU'ELLE NUIT A LA PERFECTION DE LA SCIENCE.

Il est meilleur, il est plus parfait, de coordonner un ensemble de lois expérimentales au moyen d'une théorie unique, dont toutes les parties, logiquement enchaînées, découlent dans un ordre irréprochable d'un certain nombre d'hypothèses fondamentales posées une fois pour toutes, que d'invoquer, pour classer ces mêmes lois, un grand nombre de théories inconciliables reposant les unes sur certaines hypothèses, les autres sur d'autres hypothèses contredisant les précédentes. C'est une vérité que tout

le monde admet sans qu'il soit besoin de la commenter; ceux mêmes, comme les physiciens anglais ou leurs imitateurs, qui acceptent le plus volontiers des théories contradictoires pour rendre compte de lois différentes, leur préfèrent cependant une théorie unique lorsqu'ils aperçoivent aisément le moyen de la construire; cette vérité nous fournit un exemple de ces principes clairs et évidents par eux-mêmes sur lesquels repose, comme nous l'avons exposé ailleurs (1), l'emploi de la méthode expérimentale.

Mais bien que cette vérité soit si claire et si évidente que tout physicien en fait usage sans hésiter au cours de ses recherches, il n'en résulte pas que le métaphysicien n'ait pas à en rendre compte, non certes pour en accroître la clarté, qui est complète, ou la certitude, qui est intuitive, mais pour nous faire saisir les relations de ce principe avec les autres principes qui guident notre raison et pour désarmer le scepticisme s'il songeait à miner ce fondement de la physique théorique.

Pourquoi donc une théorie physique cohérente est-elle, même aux yeux de celui qui n'attribue pas aux théories physiques la valeur d'explications métaphysiques, plus parfaite qu'un ensemble incohérent de théories incompatibles?

Nous devons évidemment juger le degré de perfection d'une théorie physique à la conformité plus ou moins grande qu'offre cette théorie avec la théorie idéale et parfaite; or, cette théorie idéale et parfaite, nous l'avons définie ailleurs : ce serait l'explication métaphysique totale et adéquate de la nature des choses matérielles; cette théorie, en effet, classerait les lois physiques dans un ordre qui serait l'expression même des rapports métaphysiques qu'ont entre elles les essences dont émanent ces lois; elle nous donnerait, au sens propre du mot, la *classification naturelle* des lois.

(1) P. Duhem. *Physique et métaphysique.* III. *La physique repose sur des principes évidents de soi et en dehors de toute considération métaphysique.* REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, juillet 1893.

Une telle théorie, comme tout ce qui est parfait, surpasse infiniment la portée de l'esprit humain; les théories que nos méthodes nous permettent de construire n'en sont qu'un pâle reflet; la méthode métaphysique ne nous donne sur l'essence des choses matérielles que des renseignements trop généraux, trop peu détaillés, trop peu nombreux, pour qu'ils nous puissent servir à classer les lois physiques ; la méthode expérimentale, la seule à laquelle nous puissions avoir recours pour cet objet, ne saisissant pas l'essence des choses, mais seulement les phénomènes par lesquels les choses se manifestent à nous, ne nous permet pas de rapprocher les lois les unes des autres, sinon par des analogies extérieures, superficielles, qui traduisent, en les trahissant bien souvent peut-être, les véritables affinités des essences dont ces lois émanent.

Mais quelque imparfaites que soient nos théories physiques, elles peuvent et doivent tendre au parfait; sans doute elles ne seront jamais qu'une classification, constatant des analogies entre des lois, mais ne saisissant pas de relations entre les essences; toutefois, nous pouvons et nous devons chercher à les établir de manière qu'il y ait quelque probabilité pour que les analogies mises par elles en lumière soient non pas des rapprochements accidentels, mais de véritables relations, manifestant les rapports qui existent réellement entre les essences; nous pouvons et nous devons, en un mot, chercher à rendre ces classifications aussi peu *artificielles,* aussi *naturelles* que possible.

Or, si nous savons peu de chose sur les relations qu'ont entre elles les substances matérielles, il est du moins deux vérités dont nous sommes assurés : c'est que ces relations ne sont ni indéterminées, ni contradictoires; donc, toutes les fois que la physique nous proposera deux théories inconciliables d'un même ensemble de lois, ou encore toutes les fois qu'elle symbolisera un ensemble de

lois au moyen de certaines hypothèses et un autre ensemble de lois au moyen d'autres hypothèses incompatibles avec les précédentes, nous sommes assurés que la classification qu'une telle physique nous propose n'est pas conforme à l'ordre naturel des lois, à l'ordre dans lequel les rangerait une intelligence qui voit les essences; en faisant disparaître les incohérences de la théorie, nous aurons quelque chance de la rapprocher de cet ordre, de la rendre plus naturelle et, partant, plus parfaite.

VII

Revenons à l'étude des marques qui distinguent les physiciens de l'École anglaise.

Le besoin d'enchaîner logiquement ses déductions, de conduire par ordre ses pensées, porte le physicien français ou allemand à être prudent et même timoré. Il ne veut souffrir, dans ses théories, ni contradiction, ni lacune; dès lors, toute proposition dont la liaison avec les principes admis n'est pas claire et évidente, tout ce qui est étrange, tout ce qui est surprenant, lui semble, par le fait même, devoir être révoqué en doute.

Il en est tout autrement de l'Anglais; l'étrange ne l'effraie pas; la surprise, chez lui, n'engendre pas le doute; il semble au contraire rechercher, dans le domaine de la science, tout ce qui est imprévu, tout ce qui est audacieux.

Tandis que le physicien français et surtout le physicien allemand, lorsqu'ils ont découvert une loi nouvelle, aiment à la relier aux principes admis, à montrer qu'elle en découle naturellement, l'Anglais, au contraire, se complaît à donner une tournure paradoxale même aux conséquences logiques des théories les plus universellement acceptées; cette tendance est très sensible dans les diverses applications que W. Thomson a faites des prin-

cipes de la thermodynamique; elle apparaît surtout très clairement lorsqu'on compare les mémoires qu'il a consacrés à ces questions à ceux que Clausius a écrits sur les mêmes sujets.

L'esprit prudent des physiciens du continent se marque surtout dans l'hésitation avec laquelle ils abordent certaines questions situées aux confins de la science : la constitution intime du monde matériel, ce qu'il était il y a des millions de siècles, ce qu'il sera dans des millions de siècles ; ces questions si vastes, si complexes, si troublantes, nous ne pouvons les voir résoudre sans qu'un frisson de scepticisme nous fasse tressaillir. L'Anglais ignore ces craintes : grandeur et distance des atomes, constitution de la matière, nature de la lumière et de l'électricité, dissipation de l'énergie, origine et durée de la chaleur solaire, voilà les problèmes qui attirent W. Thomson, Maxwell, Tait; leur vigoureuse imagination s'y déploie à l'aise en bonds audacieux que n'entravent pas les liens de la rigueur logique; elle se complaît à jouer avec des nombres effrayants de grandeur ou de petitesse, comme l'athlète se complaît aux prodigieux exercices qui lui donnent conscience de la vigueur de ses muscles.

Chez les chefs de l'École anglaise, chez W. Thomson, chez Maxwell, cette tendance à traiter les choses étranges et troublantes connaît des bornes ; elle n'en connaît plus chez leurs disciples ; communication de la pensée à distance, spiritisme, magie, convulsions de l'imagination moderne que la raison ne tient plus en équilibre, W. Crookes, O. Lodge, Tait, acceptent tout cela; ils traitent ces questions avec la même confiance, la même tranquillité qu'une question d'optique ou d'électricité ; pour eux, l'invraisemblable a toute chance d'être vrai.

Cette témérité de l'esprit anglais présente de grands dangers à la science, qui n'est plus en garde contre l'extravagance; elle a, par contre, ses avantages ; elle favorise à un haut degré l'invention.

Notre besoin de ne rien admettre qui ne se déduise clairement des principes reçus nous rend méfiants à l'égard de toute découverte inattendue; de ce besoin découle l'esprit routinier, hostile aux nouveautés, si souvent reproché aux savants du continent et aux académies qu'ils composent. Cette crainte de l'imprévu, ennemie née du génie inventif, l'inventeur la trouve non seulement autour de lui, mais encore en lui; sa raison même se refuse à admettre l'exactitude de la pensée neuve qui germe en lui, tant qu'elle n'a pas analysé cette pensée et qu'elle ne l'a fait entrer dans un système de déductions logiquement enchaînées. On s'explique ainsi que les inventions écloses sur le continent ne soient ni aussi nombreuses, ni surtout aussi audacieuses que les inventions nées en Angleterre ou en Amérique; que les inventeurs ne soient pas, en Angleterre et en Amérique, aux prises avec les mêmes difficultés, en butte aux mêmes hostilités, qu'en France ou en Allemagne.

En Angleterre, l'inventeur trouve en lui et autour de lui des conditions qui assurent à sa pensée un libre développement et un accueil favorable; il en est de même du conférencier.

Chez ceux qui ont peu étudié la science, l'imagination prime la raison; la solidité des principes, la rigueur des déductions, les intéressent moins que l'audace et l'étrangeté des conséquences; le conférencier doit donc s'adresser à l'imagination de son auditoire et non à sa raison; c'est là ce qui rend le savant français peu apte au rôle de conférencier; il ne peut se résoudre à énoncer des propositions sans lien logique, et lorsque son auditoire n'est pas en état de saisir le lien réel qui unit ces propositions, il préfère en établir un qui soit faux et artificiel que de n'en pas établir du tout; il est d'ailleurs poussé par son auditoire même, qui exige qu'on lui prouve tout ce qu'on lui énonce, qu'on lui explique tout ce qu'on lui montre, bien qu'il soit incapable de saisir les preuves et de suivre les explications; de là, le manque de sincérité, les procédés

en quelque sorte charlatanesques qu'adopte facilement, chez nous, la conférence ; de là, le mépris que la plupart des savants sérieux affichent pour ce genre d'enseignement.

Le savant anglais, au contraire, a, avec son auditoire, de grandes affinités ; comme son auditoire, il a la faculté imaginative plus développée que la faculté déductive ; il n'éprouve pas le besoin d'enchaîner des syllogismes ; des faits, abondants, vivants, compliqués s'il le faut, mais, autant que possible, étranges, imprévus, voilà le domaine où se complaît son intelligence ; voilà aussi ce qui est le plus propre à capter ses auditeurs, qui demandent à voir plutôt qu'à comprendre ; ainsi s'explique le succès des conférence de Tait, de W. Thomson, le prodigieux triomphe des leçons de Tyndall.

VIII

Je ne connais pas de sujet de réflexion plus propre à faire saisir les caractères de la science anglaise que la comparaison de l'œuvre de W. Thomson à celle d'Helmholtz. Entre ces deux génies, les rapprochements abondent : même précocité, dont les coups d'essai sont des coups de maître ; même fécondité, que quarante-cinq ans de production scientifique continue n'ont pas épuisée ; même étendue de pensée, qui embrasse sans peine les sujets les plus divers et les traite avec une égale originalité ; même renommée, que les compatriotes de ces deux savants citent avec orgueil, que les princes sanctionnent par des titres de noblesse, que toute l'Europe salue de ses suffrages. Et cependant, pour celui qui médite en lisant leurs travaux, quelles différences, quel contraste, entre W. Thomson et H. Helmholtz ! L'un est, dans sa plénitude, l'intelligence anglaise ; l'autre, l'intelligence allemande.

Ce qui frappe, au premier abord, dans l'œuvre d'Helm-

holtz, c'est la puissance logique qui donne à cette œuvre une si majestueuse unité, une si ample généralité. Dès le premier travail d'Helmholtz, dès ce mémoire *Sur la conservation de la force* qui fut, dans la science, comme le manifeste d'où jaillit une révolution, les grandes lignes de cette œuvre sont tracées; puis, avec un esprit de suite dont la science offre peu d'exemples, Helmholtz reprend chacun des sujets qu'il a esquissés, il en précise les contours, l'élargit, le creuse, et de ce qui semblait n'être qu'une remarque, il fait surgir toute une branche de la science. Suivez le développement d'un seul de ces sujets, de l'électrodynamique; au début, dans l'*Erhaltung der Kraft,* quelques pages seulement lui sont consacrées; l'idée première du potentiel électrodynamique, une vue sur les relations entre les actions électrodynamiques et le principe de la conservation de l'énergie, voilà les graines semées par Helmholtz; contemplez maintenant l'arbre dans son développement; l'idée du potentiel électrodynamique est devenue le tronc vigoureux d'où sortent, comme autant de maîtresses branches, la théorie de l'induction, les lois des forces qui s'exercent entre les courants, les propriétés des corps diélectriques et des corps magnétiques; l'aperçu sur le lien que le principe de la conservation de l'énergie établit entre les forces pondéromotrices et les forces électromotrices a engendré ces prodigieux mémoires *sur le rôle du principe de la moindre action en physique,* qui rejoint l'électrodynamique à la mécanique, à la thermodynamique, à l'optique; et ainsi s'élève, comme un chêne robuste, cette synthèse qui semble avoir absorbé, élaboré, et fait fructifier tout ce qu'il y avait de vivace dans l'œuvre électrodynamique de W. Weber, de F. E. Neumann, de Maxwell, de Kirchhoff et de C. Neumann.

Puissance de généralisation qui développe, force logique qui ramène tout à l'unité, ce n'est pas encore là tout le génie d'Helmholtz; à ces deux qualités, qu'il

possède à un degré éminent, il en faut encore joindre une troisième : la pénétration d'analyse qui dissèque et réduit à leurs derniers éléments, à leurs irréductibles principes, les questions qui lui sont soumises ; de là ces profondes recherches sur les fondements de la géométrie et ces méditations, si satisfaisantes pour l'esprit, sur l'origine des axiomes de l'arithmétique ; c'est cette puissance d'analyse qui explique l'unité et l'ampleur des théories d'Helmholtz ; si le chêne est inébranlable, si ses branches sont robustes, si son feuillage touffu couvre de son ombre une vaste prairie, c'est que ses racines pénètrent profondément dans le sol, lui assurant la fermeté du point d'appui et l'abondance des sucs nourriciers,

Quel contraste avec l'œuvre de Thomson ! L'unité, la généralité, la profondeur des théories d'Helmholtz ont disparu pour faire place à une infinie variété de vues brillantes, ingénieuses, parfois géniales, dont chacune se développe pour son propre compte et sans souci des autres ; ce n'est plus un chêne que nous avons devant les yeux, c'est une gerbe de fleurs aux mille formes, aux mille couleurs, dont les tiges s'enchevêtrent sans se souder. Helmholtz, avec prudence, sonde sans cesse le terrain sur lequel il bâtit, assure la solidité des fondements de son édifice ; Thomson, moins soucieux de la rigueur des principes, va jusqu'aux conséquences les plus éloignées, les plus hardies, parfois les plus téméraires et les plus hasardées ; partant de la physique, Helmholtz remonte par l'analyse, de principe en principe, jusqu'à rencontrer la métaphysique ; Thomson descend, de conséquence en conséquence, jusqu'aux applications industrielles ; le premier est un des plus profonds philosophes de notre siècle ; le second en est un des ingénieurs les plus inventifs.

IX

Lorsqu'on affirme devant certaines personnes qu'il existe une manière *anglaise* de concevoir la science physique, très différente de la manière française ou de la manière allemande, on les voit s'étonner ; la science n'est-elle pas essentiellement internationale ? M. Poincaré nous peint la surprise d'un lecteur français ouvrant le traité de Maxwell. « Qu'entend-il par un lecteur français? s'écrie M. Joseph Bertrand (1). Pourquoi supposer qu'un Anglais ou un Allemand serait moins choqué par le manque de rigueur ? Deux siècles ont-ils suffi pour changer l'esprit des nations, et les descendants de Newton acceptent-ils aujourd'hui l'imagination en physique, pour laisser aux compatriotes de Descartes le respect de la rigueur et l'amour de la précision ? »

Il est hors de contestation que la logique est une ; que ses principes s'imposent, avec la même inéluctable rigueur, à un Français, à un Anglais et à un Allemand ; que les condamnations qu'elle prononce s'étendent à toutes les contrées et qu'aucun lieu d'asile ne peut protéger celui qui les encourt ; mais si la loi logique est la même en tous les temps et dans tous les pays, si partout et toujours ceux qui la respectent sont tenus de raisonner de la même manière, il y a, en revanche, une infinité de façons de lui désobéir, de pécher contre elle, et ces violations de la loi logique subissent l'influence de l'époque et du milieu où elles sont commises ; la vérité, impersonnelle, ne porte pas la marque des circonstances dans lesquelles elle a été découverte ; l'erreur, œuvre de l'homme, résulte de ses habitudes, de ses préjugés, des idées qui l'entourent, des ignorances au milieu desquelles il vit ; elle varie avec ces conditions et s'explique par elles. De même la loi morale

(1) Joseph Bertrand. *Journal des Savants*, décembre 1891, p. 743.

est identique en deçà et au delà des Pyrénées ; mais les violations de cette loi, mais l'ensemble des actes immoraux présentent-ils les mêmes caractères généraux en France et en Espagne? ne subissent-ils pas l'influence des races et des milieux?

Dans le domaine scientifique, ce n'est pas seulement l'erreur qui porte la marque spéciale du peuple au sein duquel une doctrine a germé et grandi; la recherche théorique, nous l'avons dit souvent et nous ne saurions trop le répéter, n'est pas tout entière, en chacune de ses parties, en chacune des opérations dont elle se compose, soumise aux lois inflexibles de la logique; certaines des opérations élémentaires qui la constituent, par exemple le choix des hypothèses sur lesquelles repose chaque théorie, échappent en bien des sens aux prises de ces lois; là où la logique ne trace pas au physicien une voie dont il ne peut s'écarter, la tournure spéciale de son esprit, ses facultés dominantes, les doctrines répandues dans son entourage, la tradition de ses prédécesseurs, les habitudes qu'il a prises, l'éducation qu'il a reçue vont lui servir de guides, et toutes ces influences se retrouveront dans la forme prise par la théorie qu'il concevra. On comprend donc sans peine qu'une théorie scientifique puisse porter la marque du temps et du lieu qui l'ont vu naître, que l'œuvre de Maxwell ou de Thomson soit une œuvre essentiellement anglaise et qu'elle étonne un Français ou un Allemand.

Ce que nous venons de dire explique pourquoi l'influence de la race à laquelle appartient l'auteur d'une théorie, du milieu dans lequel il vit, de l'époque qui l'a vu travailler, se fait sentir bien plus dans les parties erronées ou simplement hypothétiques de la théorie, que dans les parties auxquelles leur forme logique donne une plus grande certitude.

Du reste, on peut faire une remarque analogue dans tous les cas où l'on cherche à préciser l'influence que la

race et le milieu exercent sur une œuvre humaine ; ce qui, dans cette œuvre, est soumis à cette influence, ce sont surtout les défauts, ce par quoi elle participe des préjugés et des ignorances du commun des hommes ; ce qui, au contraire, échappe à cette influence, c'est ce par quoi cette œuvre est vraiment originale, ce par quoi l'auteur se distingue de ses ancêtres et ses contemporains, ce qu'anime le souffle de l'esprit ; car, sans souci des milieux et des races, des barrières physiques et des frontières politiques, l'esprit souffle où il veut.

P. Duhem,
maître de conférences à la Faculté des Sciences de Rennes.

LE

PRÉHISTORIQUE AMÉRICAIN

Le professeur Virchow disait au dernier congrès de Moscou (1) : « Les documents que possède l'anthropologie préhistorique sont trop peu nombreux, l'anthropologie générale est trop peu avancée, pour que l'on puisse arriver prochainement à des conclusions sérieuses sur l'origine et la filiation des races primitives. » Ce sont là de sages paroles, que ne sauraient trop méditer ceux qui se préoccupent des études préhistoriques. Sans doute, il est permis de dire d'une manière générale que les recherches scientifiques, qui sont et qui resteront l'honneur de notre temps, ont reculé les bornes de nos horizons ; elles ont permis d'attribuer à l'homme une antiquité plus grande que celle établie par les générations qui nous ont précédé et acceptée par nous-mêmes, il y a bien peu d'années encore. Sans nous permettre, a-t-on dit avec raison (2), d'atteindre par la science les origines qui se déroberont probablement toujours à nos études, ni de dresser un compte exact des siècles oubliés, nous pou-

(1) *XIe Session des congrès internationaux d'anthropologie et d'archéologie préhistorique.* Août 1892. Discours d'ouverture.

(2) Perrot. *La Civilisation mycénienne.* Rev. des Deux-Mondes, 15 fév. 1893.

vons nous faire une conception de la longue série de pensées et d'efforts par lesquels l'homme s'est dégagé lentement de la barbarie primitive, pour s'élever par degrés à la civilisation, pour arriver aux progrès dont nous sommes les témoins.

J'accepte volontiers cette conclusion ; mais à la condition qu'on évitera toute exagération, qu'on n'avancera aucun fait, aucune hypothèse sans preuve, sans fondement tout au moins plausible à l'appui. Les leçons données à de trop orgueilleuses espérances ont été nombreuses et les déceptions parfois amères. Qui ne se souvient de l'homme tertiaire, du *proanthropos,* de l'*anthropopithèque* qui, dans la lente évolution des êtres, devaient, au cours de siècles incalculables, marquer le passage de l'animal à l'homme ?

Écoutons encore l'éminent Recteur de l'Université de Berlin : « Je dois déclarer, ajoutait-il à Moscou, que quand même les crânes de Canstadt et de Neanderthal (1) eussent été tels qu'on les a décrits et que leur position géologique eût été très régulièrement définie, ils ne pourraient pas constituer la preuve de l'existence d'une race inférieure primitive qui pût être considérée comme le terme de passage entre les animaux et l'homme actuel. C'est en vain que l'on cherche le chaînon, *the missing link,* qui aurait uni l'homme au singe ou à quelque autre espèce animale. »

Ces sages paroles d'un savant très éloigné assurément des doctrines qui sont les nôtres, devraient être constamment présentes à la pensée en discutant ces difficiles questions soutenues avec non moins d'ardeur en Amérique qu'en Europe.

(1) Dans un congrès d'anthropologistes allemands tenu à Ulm, peu avant celui de Moscou, il avait été établi que le crâne de Canstadt n'appartient pas à l'époque quaternaire, et que celui de Neanderthal est loin de présenter une forme typique. Les arguments mis en avant, dit le Dr Brinton (*Science*, New-York, 10 fév. 1893), ne peuvent laisser un doute sur le peu d'importance scientifique de ces crânes. — Peut-être, ajouterons-nous, cette conclusion est-elle trop absolue.

Le crâne de Calaveras est rapidement devenu célèbre. Il avait été trouvé dans un dépôt de graviers aurifères, sur le versant occidental de la Sierra Nevada, sous des couches soit de lave, soit de dépôts volcaniques succédant à des couches de gravier et de cailloux entraînés par les eaux tumultueuses. La stratigraphie montre de longues périodes agitées où de puissants courants ont alterné avec des éruptions répétées, et M. Skertchley constate avec raison la grande antiquité des graviers qui peuvent dater du pliocène ou même du miocène. Mais il fallait aussi montrer que le crâne était contemporain de ces graviers, et c'est ici que toute preuve fait défaut. Par sa conformation, il ressemble étrangement à celui des Indiens actuels, les Diggers, si je ne me trompe, qui habitent la région, et le Dr Leidy décrit des dents d'*Equus,* trouvées dans ces mêmes sables aurifères, semblables à celles du cheval moderne. Leur état est tel que le savant zoologiste n'hésite pas à les dire comparativement récents. La même conclusion s'applique au crâne, et avec d'autant plus de force que son introduction en fraude par les ouvriers employés à l'exploitation des sables paraît aujourd'hui à peu près certaine.

Si nous revenons ici sur une question qui paraissait absolument prescrite, c'est parce qu'à notre grande surprise M. Laing, dans un ouvrage récent (1) qui obtient une vogue inconcevable en Angleterre, sans apporter un argument nouveau, donne le crâne de Calaveras — on voit avec quelle sûreté de jugement — comme une preuve de l'existence de l'homme dès l'époque tertiaire!

Nous ferons des objections plus fortes encore, s'il était possible, à une figurine en terre cuite assez artistique comme facture, trouvée récemment à Nampa (Comté d'Ada, État d'Idaho), dans un bassin formé par la rivière Snake, un des affluents de la Colombia. Elle gisait sous un

(1) *Human Origins,* London 1892.

dépôt de lave de 15 pieds de puissance et sous des couches de sable fin et d'argile mêlés à des couches de gravier, mesurant ensemble 200 pieds environ. Des savants compétents, je citerai parmi eux MM. Wright et Putnam, avaient accepté assez légèrement son authenticité; mais force a bien été de reconnaître qu'ici aussi on était en présence d'une fraude des ouvriers qui, dans l'espérance d'une forte récompense, avaient introduit la figurine dans le puits artésien qu'ils creusaient, et qu'elle avait été récemment fabriquée par les Indiens Pocatello campés dans le voisinage (1). Il reste à s'étonner que des maîtres de la science américaine aient pu supposer, même un instant, que si l'homme avait existé dans ces temps dont nous sommes séparés par une série incalculable de siècles, il fût déjà assez civilisé pour modeler la terre glaise et pour reproduire une figure humaine (2).

Nous ne reviendrons pas sur ce que nous avons déjà dit (3) des nombreux mortiers, creusés la plupart dans des roches éruptives, trouvés dans les Comtés de Calaveras et d'Amador; il est évident qu'ils ont été entraînés par les eaux, et nulle conclusion ne peut sortir de leur découverte. La même méfiance s'attache aux instruments en pierre d'un travail très grossier provenant de Cow Creek (Colorado). On veut les faire remonter aux débuts du pliocène, peut-être même au miocène, à raison des coquilles qui les accompagnaient et qui caractérisent ces périodes. Tous les détails montrent que, comme les mortiers, les instruments ont été entraînés par les eaux; dès lors, rien ne permet de les dater. Pour en finir avec les découvertes faussement attribuées au tertiaire, disons encore que, selon Cope et Gilbert (4), des outils, des plus grossiers

(1) *Science*, New-York, 11 novembre 1892.

(2) M. Laing n'hésite pas à regarder cette figurine comme une preuve convaincante (*l. c.*, p. 335 et passim). Aucune erreur ne saurait nous étonner de sa part; le sens critique lui fait absolument défaut et il ne cherche que la satisfaction de ses préjugés.

(3) *Rev. des quest. scientifiques*, juillet 1891.

(4) *American Naturalist*, 1889, p. 165.

comme facture, auraient été trouvés dans les lits à *Equus* de la Nevada, de la Californie et des régions S.-O. du Texas. Mais les *Equus,* qui présentent dans ces pays, ainsi que dans le Mexique et l'Orégon, des variétés très nombreuses, ne remontent qu'au quaternaire inférieur, si même ils remontent aussi haut ; et c'est une grave erreur de croire que la grossièreté du travail ou de la forme, sur laquelle on semble aussi s'appuyer pour dater ces dernières découvertes ou celles de Cow Creek, puisse justifier leur ancienneté, si elle n'est accompagnée d'autres preuves géologiques ou stratigraphiques. L'importance des formes a été singulièrement exagérée pour créer des divisions imaginaires, et, pour n'en donner qu'un seul exemple, on a trouvé sous les Kjökkenmöddings du Nord et dans les carrières de stéatite du Far West, des outils se rapprochant de ceux que nous appelons chéléens et que nous regardons en France comme les plus anciens témoins de l'homme. Or tous les faits connus s'accordent pour classer dans le néolithique les Kjökkenmöddings et l'exploitation des carrières de stéatite.

L'Amérique du Sud n'apporte aucune découverte plus précise, aucun argument plus concluant. Sur la rive droite d'un petit ruisseau, appelé le Frias, à vingt lieues environ de Buenos-Ayres, Ameghino (1) a rencontré de nombreux fossiles humains, et avec eux des fragments de charbon ou de terre cuite, des ossements d'animaux brûlés, des pointes de flèche, des couteaux, des ciseaux en silex, des instruments en os. Parmi les ossements on recueillait ceux de plusieurs animaux de race éteinte; quelques-uns portaient des stries, des incisions, preuve évidente, nous dit-on, qu'ils vivaient autour de l'homme et qu'ils avaient probablement été ses victimes. Plus tard, M. Ameghino découvrait la demeure même de cet Américain des temps primitifs, et cette demeure assez étrange était la carapace d'un

(1) *La Antiguedad del Hombre en el Plata,* 2 vol. in-8°.

tatou gigantesque, le Glyptodon (1). Au milieu des pampas, de ces plaines immenses, sans un accident de terrain, sans un arbre, sans un rocher où il pût trouver un abri, l'intelligence ne fait pas défaut à cet homme que l'on prétend plongé dans une si complète barbarie ; il creuse la terre, et la carapace du tatou vaincu devient le toit de la demeure qui offre à la famille quelques moments de sécurité(2). Ameghino ajoute que l'homme était de petite taille ; et d'après Lacerda et Peixoto, le Brésil, et probablement les régions voisines, furent tout d'abord peuplés par une race fortement dolichocéphale (3).

Des découvertes récentes viennent confirmer celles d'Ameghino. Les pampas ont de nouveau donné des ossements humains ensevelis sous la carapace d'un Glyptodon, des fragments de poterie, des silex portant les marques indubitables du travail humain, et des amas de coquilles semblables à ceux si connus auxquels on a donné le nom de Kjökkenmöddings. Tous ces objets ont été recueillis dans les couches moyennes des pampas, *Pampeano intermediar,* écrit M. Roth au professeur Kollmann (4).

Il reste une question importante à résoudre. A quelle époque remonte la formation des pampas (5) ? A quelle date géologique devons-nous rattacher soit le pampéen supérieur soit le pampéen intermédiaire, où des ossements humains ont été rencontrés ? Si Ameghino dit ces couches pliocènes,

(1) Moreno décrit l'image parfaitement reconnaissable d'un de ces tatous peinte sur les parois d'une caverne qui avait servi de retraite à l'homme. Ce serait là une preuve sérieuse de la contemporanéité de l'homme et du Glyptodon.

(2) Dans un temps bien plus rapproché de nous, les Tchouktches, qui habitent le promontoire sibérien le plus avancé vers l'Est, entre la mer Glaciale et le Pacifique, et les Kamtchadales, vivaient dans de semblables tanières. *Description de toutes les nations de la Sibérie.* St-Pétersbourg, 1776

(3) L'indice céphalique d'un des crânes était de 69,72.

(4) *Mittheilungen aus dem Anatomischen Institut at Basel.*

(5) Le caractère saillant des pampas est leur vaste étendue. Darwin les a étudiés de Santa Fe-Bajada au Colorado, sur une longueur de près de 500 miles, et d'Orbigny les signale à 250 miles plus au nord. D'autres explorateurs les ont retrouvés du Maldonado à la rivière Caracana.

Burmeister les prétend quaternaires, et Darwin plus récentes encore. D'Orbigny ajoute que, durant les temps tertiaires, la mer recouvrait la plus grande partie du territoire argentin; aucun homme, aucun mammifère n'y pouvaient vivre. Le soulèvement des Andes amena de grands cataclysmes et à leur suite la formation du dépôt argilo-sableux des pampas. Darwin se rallie à cette opinion, difficile cependant à accepter, car les dépôts pampéens ne renferment aucun débris de poisson, aucun mollusque marin. Lund, plus circonspect, veut que les pampas soient des terrains de transport amenés par une grande inondation qui s'étendit sur toute l'Amérique du Sud. Il ne se prononce pas sur le caractère de cette inondation, ni sur les circonstances qui l'ont accompagné. Bravard prétend voir dans ces dépôts une accumulation de cendres volcaniques, de sables, de poussières charriés par de violentes tourmentes; d'autres géologues, le limon apporté dans leurs fréquentes inondations par les innombrables cours d'eau qui descendent des montagnes. Burmeister parle de l'action des glaces. Pour lui, les couches pampéennes sont glaciaires ou post-glaciaires, caractérisées les unes et les autres par des faunes spéciales. Dans un travail récent, enfin, le professeur Steinmann de Fribourg donne comme preuve de leur modernité, si je puis me servir de ce mot, un fait dont on ne peut nier l'importance : plus de vingt pour cent des formes que les fouilles ont données vivent aujourd'hui encore sur les mêmes points.

Sans entrer plus longuement dans les détails d'une controverse qui nous entraînerait trop loin, nous ajouterons seulement que la formation des pampas a certainement exigé un temps considérable, *largos y largos siglos*, écrit Ameghino; qu'elle est probablement due à des causes multiples et variées; que toutes celles que nous venons d'énumérer, d'autres encore actuellement inconnues y ont sûrement contribué. Mais aucune découverte, aucune recherche ne permettent d'affirmer, avec quelque précision,

quand et comment ces causes ont agi, encore moins de fixer l'époque de leur action. Si même on pouvait dater du pliocène l'âge de ces dépôts, il serait bien improbable que l'homme ou son précurseur, s'ils avaient vécu, eussent déjà appris à fabriquer la poterie ou à tirer d'ossements d'animaux des grattoirs et des poinçons. Il est donc probable que c'est à des causes accidentelles que l'on doit la présence des objets successivement recueillis dans les pampas.

Pour nous, il reste établi que rien, absolument rien, ne permet de faire remonter jusqu'au tertiaire l'existence de l'homme en Amérique. Bien plus, toutes les données de la science, toutes les études sérieuses y contredisent absolument, et l'on s'étonnerait à bon droit de voir un savant aussi éminent et aussi consciencieux que Wallace s'écrier : « He must have existed as Man in pliocene times and the intermediate forms connecting him with the higher apes probably lived during the early pliocene or the miocene period » (1), si l'on ne savait, par de trop nombreux exemples, combien est profond l'aveuglement scientifique et combien il cède peu même aux preuves les plus éclatantes.

Mais si l'homme n'a jamais vécu en Amérique durant le tertiaire, jusqu'à ces derniers temps sa présence à l'époque quaternaire semblait acceptée par tous, et si les lecteurs de la *Revue des questions scientifiques* veulent bien se rappeler les pages que j'écrivais il y a deux ans, ils verront que la discussion ne roulait que sur l'époque précise de son apparition. Cet homme était-il post-glaciaire ou inter-glaciaire? Les résultats des études si nombreuses entreprises durant ces dernières années permettent-ils d'affirmer sa présence soit durant la grande extension des

(1) « L'homme a sûrement vécu durant le pliocène, et les formes intermédiaires le rattachant aux singes les plus élevés ont dû vivre vers les débuts du pliocène ou même au miocène. » *Antiquity of Man in North America*, NINETEENTH CENTURY, oct. 1887.

glaciers qui a laissé dans le nouveau monde tant de traces irrécusables, soit alors que ces grandes périodes de froid avaient pris fin, sous l'influence de conditions physiques, atmosphériques ou géologiques encore imparfaitement connues ? Un seul point restait acquis : les chiffres fabuleux donnés par Lyell, par Vogt, par tant d'autres savants à leur suite, sont évidemment exagérés et doivent être ramenés à ceux qu'enseignent les autres continents. Nous sommes assurément loin des 150 000 ans de l'homme de Claymont, des 57 600 ans attribués au squelette de la Nouvelle-Orléans (1), ou même des 35 000 ans que Lyell donnait comme date aux érosions du Niagara.

Tel était l'état de la question, lorsque des savants nombreux, et à leur tête un chef éminent, le Dr Brinton, ont contesté l'authenticité des découvertes faites jusqu'ici, ou, pour parler plus exactement, ont émis des doutes sur l'âge que l'on prétendait leur assigner. Une réflexion s'impose à ceux qui n'ont d'autre souci que la vérité. L'incertitude est encore grande sur la plupart de ces découvertes annoncées avec tant de confiance, et une scrupuleuse prudence est nécessaire en étudiant ces faits, ceux surtout qui touchent à l'origine de l'homme, destinées qu'elles sont toujours à soulever de violentes passions.

Le Dr Brinton (2), en rendant compte d'un ouvrage récent du Rev. professeur Wright, un des glaciéristes les plus renommés des États-Unis (3), résume ainsi ses impressions : Le professeur Wright croit qu'il existe des

(1) On a beaucoup parlé, de l'autre côté de l'Atlantique, où toutes ces questions sont à l'ordre du jour, de la découverte d'un squelette humain sur le rivage de la baie de Sarasota, au milieu d'un grès ferrugineux exposé à l'action de la mer. M. Heilprin croit ces ossements très anciens, parce qu'ils sont convertis en limonite; mais on n'a recueilli aucun fossile pouvant les dater; il convient donc de suspendre tout jugement. Boule, *Anthropologie*, 1891, p. 213.

(2) *Science*, New-York, 28 octobre 1892.

(3) *Man and the Glacial Period*, New-York, 1892. — Le professeur Wright est aussi l'auteur d'un livre très estimé : *The Ice Age in North America*.

reliques humaines datant de l'époque glaciaire : cela est possible, mais cela est loin d'être prouvé. Les graviers de Trenton sont tout au plus post-glaciaires ; le Dr Carvil Lewis, glaciériste aussi renommé que Wright, n'admettait même pas qu'ils remontassent aussi haut. Les pierres taillées sont-elles de l'âge des graviers ? C'est une seconde question à élucider. Malgré de longues recherches, le Dr Brinton n'a jamais pu en trouver une seule provenant de couches non remaniées ; celles assez nombreuses qu'il a recueillies venaient toutes de la surface. Il faut donc de nouvelles découvertes et de nouvelles études avant que l'on puisse définitivement se prononcer sur l'antiquité des argillites de Trenton. Les graviers de l'Ohio ont donné au Dr Metz et à M. Cresson des instruments dus sans doute à un être humain. Nous sommes en présence de très habiles archéologues, leur affirmation est donc importante ; mais peuvent-ils se prononcer avec la même compétence sur une question géologique, sur l'âge des graviers par exemple ?

Miss Babbitt a trouvé à Little Falls (Minnesota) des quartz travaillés ; le dépôt où ils ont été recueillis vient d'être soigneusement étudié par les membres du Bureau d'Ethnologie de Washington ; ils ont été unanimement d'avis qu'il était relativement moderne (1). C'est donc une découverte à abandonner. Quant aux graviers de la Colombie, antérieurs à l'époque glaciaire elle-même, il serait vraiment étrange que l'on pût y rencontrer des preuves de l'existence de l'homme. Mac Gee et Holmes rejettent sans hésitation les plus anciens outils qui présentent, dit-on, les traces d'un travail humain ; ces traces, disent-ils, sont impossibles à reconnaître. Quant aux outils en argillite, certainement travaillés, ils proviennent tous de dépôts plus récents.

(1) Il est juste d'ajouter que, dès 1887, M. T. H. Lewis, après s'être rendu à Little Falls, avait reconnu que ces quartzites venaient de la surface, et il les attribuait soit aux Indiens, soit plus probablement encore aux Mound Builders qui avaient précédé les Indiens dans ces régions.

Brinton n'est pas moins explicite que je ne l'ai été moi-même sur les découvertes faites en Californie. Celles de Table Mountain, dit-il, remontent tout au plus à quelques siècles avant la conquête ; et dans un appendice au livre de Wright, le professeur Haynes, malgré l'intransigeance de ses opinions sur la question, est lui-même forcé de les abandonner. Quant à la figurine de Nampa, trouvée à 320 pieds de profondeur, c'est un joujou indien de fabrication récente, et la fraude aujourd'hui est parfaitement connue. Existe-t-il, demande M. Holmes (1) se rangeant à l'opinion de Brinton, des preuves sérieuses de la présence de l'homme en Amérique durant l'époque de l'extension des glaciers ? Existe-t-il des preuves que les grossiers instruments que l'on nous montre sont le produit du travail humain ? Sa réponse à ces interrogations est, on le devine, négative. Si l'homme, dira-t-il encore (2), a vécu en Amérique durant la période glaciaire, les preuves que l'on donne à l'appui sont si peu satisfaisantes, si chaotiques, que les recherches, pour aboutir à une conclusion acceptable, doivent absolument être reprises à nouveau. — Dans un numéro précédent de *Science*, il avait été plus explicite encore (3). Il niait que l'on eût trouvé en Amérique une seule pierre, datant du paléolithique, que l'on pût regarder comme une arme ou comme un outil. Prenons les pierres des graviers de Trenton, la preuve la plus importante que nous connaissions de l'existence de l'homme paléolithique. Holmes (4) nous dira que le plus grand nombre de ces

(1) " Is there, dit Holmes, a sufficiently full and sound body of evidence to demonstrate the presence of glacial man in America ? Is there any satisfactory evidence that the rude glacial finds in any case are implements at all? „ *Modern Quarry Refuse and the Paleolithic Theory.* SCIENCE, 25 nov. 1892. Voyez aussi SCIENCE, 10 mars 1893.

(2) *Science*, 20 janv. 1893.

(3) " There is not in the Museums of Europe and America a single piece of flaked stone found in place in the gravels of America and satisfactorily verified, that can with absolute safety be classified as an implement at all. „ *Science*, 25 nov. 1892.

(4) *Are there Traces of Man in the Trenton Gravels?* JOURN. OF GEOLOGY, janv.-fèvr. 1893. — AMERICAN GEOLOGIST, avril 1893.

pièces ne provient pas des graviers, mais bien de la surface. Quant à celles recueillies dans les graviers eux-mêmes, il les attribuerait volontiers aux Indiens, qui auraient ainsi utilisé des boulders d'argillite entraînés par les eaux. Une lettre (1) qui m'est adressée par M. Otis Mason, le Directeur du *Smithsonian Institution,* vient à l'appui de l'opinion de M. Holmes. Les autorités de la ville de Trenton, dans le but d'explorer les graviers, ont fait creuser une tranchée de 2000 pieds de longueur sur 40 de profondeur. On a retiré des milliers de pieds cubes de gravier, sans y rencontrer une seule pierre travaillée. On est donc fondé à croire que les découvertes du Dr Abbott ne proviennent pas du dépôt originaire, mais que les intruments recueillis ont été charriés par les eaux du fleuve. « L'avenir, ajoute mon savant correspondant, amènera peut-être d'autres révélations qui contrediront toutes les hypothèses avancées jusqu'ici. Cet avenir sera sûrement très intéressant. »

M. Holmes avance un autre argument, moins concluant cependant qu'il ne semble le croire. Sur les rives du Delaware, à 25 miles environ de Trenton, sur un point nommé Point Pleasant (Bucks C° Pensylvanie), M. Mercer a relevé plusieurs gisements d'argillite, et tout auprès de véritables ateliers où l'argillite était travaillée. Les pièces inachevées, les rebuts et les déchets de fabrication ne laissent aucun doute à cet égard, et volontiers M. Mercer compare les ateliers de Point Pleasant à ceux si célèbres de Spiennes ou de Grime's Graves. Un examen attentif montre que ces ateliers sont relativement modernes, et aussi que tous les types reconnus à Trenton s'y rencontrent. Mais les types paléolithiques, convient-il d'observer, ont traversé les siècles; ils sont tellement inhérents à l'intelligence humaine, qu'on les voit persister aujourd'hui encore chez les rares peuplades qui continuent à se servir

(1) 30 nov. 1892.

d'instruments en pierre. Ce qui serait autrement significatif et ce qui simplifierait singulièrement notre tâche, ce serait de trouver au milieu de paléolithes (1) incontestables un instrument néolithique, une hache polie par exemple. Jusqu'à ce jour, ce fait ne s'est jamais produit, ni à Trenton, ni dans les autres gisements que l'on regarde comme quaternaires.

M. Mac Gee est plus vif encore : il prend à partie le professeur Wright, avec une acrimonie indigne de la science (2) Choisissant le chapitre VIII du dernier ouvrage du Rev. professeur *(Relics of Man in the Glacial Period)*, il relève les erreurs qu'il renferme. Les preuves sur lesquelles Wright s'appuie pour prouver l'antiquité de l'homme sur le sol américain sont au nombre de huit : 1° les argillites trouvés par Abbott à Trenton, 2° les paléolithes recueillis par le Dr Metz, à Mad isonville et à Loveland (Ohio), 3° le paléolithe déc ouvert par Hilborne Cresson à Medora (Indiana), 4° les silex pro venant de New Comerstown (Ohio), 5° les quartzites de Miss Babbitt, 6° l'argillite de Claymont (Delaware), 7° le crâne de Calaveras et les différents produits de l'industrie humaine retirés des sables aurifères de la Californie (3), 8° la figurine de Nampa (Idaho). Les six premières parmi ces découvertes témoigneraient de l'existence de l'homme dans l'Amérique du Nord durant l'époque glaciaire ou même à l'époque préglaciaire; par les deux autres, cet homme remonterait à l'époque tertiaire.

Le Rev. professeur prête singulièrement à la cri-

(1) Nom donné par les Américains, et je crois aussi par les Anglais, aux instruments datant des temps paléolithiques. C'est un mot à adopter.

(2) *American Anthropologist*, janv. 1893. " No question in Anthropology, dit-il, is more enticing than that of human antiquity and there is much writing upon the subject, some good, some bad. „ Il est à peine besoin d'ajouter que Mac Gee comprend parmi les ouvrages peu dignes de la science le volume récemment publié par Wright, *Man and the Glacial Period.*

(3) Il convient de dire que dans l'ouvrage qui a fait sa célébrité *(The Ice Age in North America)*, Wright émettait de graves doutes sur la valeur des découvertes faites en Californie. Aucun savant, écrivait-il, n'a vu les pièces *in situ.*

tique, il faut en convenir, en confondant des découvertes probablement authentiques et dans tous les cas très défendables avec d'autres qui sont de pures mystifications, et peut-être, en voulant trop prouver, dépasse-t-il le but qu'il se propose. Mac Gee l'attaque sans ménagement et rejette toutes les preuves qu'il donne. Aucun des argillites de Trenton ne date du dépôt des graviers. Les paléolithes recueillis à Loveland (1), à Madisonville ou à Medora ne remontent certainement pas à l'époque glaciaire, car des objets absolument semblables ont été recueillis à la surface du sol.

M. Moorehead remarque à son tour que le Dr Metz est le seul archéologue compétent qui ait trouvé dans la vallée de l'Ohio des traces de l'existence de l'homme paléolithique. Il déclare qu'après des explorations prolongées durant des mois entiers, et les recherches les plus actives, il n'a jamais rencontré dans les graviers stratifiés des vallées une seule pièce portant les traces d'un travail humain, et que tous les objets qu'il a recueillis viennent sans exception soit de la surface du sol, soit des puits à cendres si nombreux dans la vallée du Petit Miami, un des affluents de l'Ohio (2). Cette déclaration sans doute est importante, mais elle ne saurait entraîner la conviction : de ce qu'un explorateur n'a rien trouvé, malgré des recherches intelligentes, il ne saurait s'ensuivre qu'un autre n'a pas été plus heureux.

Les fouilles de Holmes et de Winchell, continue M. Mac Gee, poursuivies avec persévérance, ont prouvé qu'il n'existait aucun dépôt de quartz ou de quartzite travaillé à Little Falls, et que les instruments trouvés pro-

(1) Le prof. Putnam, ajouterons-nous, a lui-même quelques doutes sur le paléolithe trouvé à Loveland par le Dr Metz; il ne l'accepte qu'à raison de sa ressemblance avec d'autres paléolithes incontestablement quaternaires. Cette ressemblance, à en juger par les photographies, est très contestable ; elle ne saurait d'ailleurs suffire, nous l'avons souvent répété, pour établir la contemporanéité. *Comparison of Paleolithic Implements.*

(2) *Science*, 7 avril 1893.

venaient tous des couches supérieures. L'argillite de Claymont mérite à peine la discussion ; il ferait remonter l'homme à une antiquité inacceptable. Cette découverte aurait d'ailleurs grand besoin d'être confirmée. M. Mac Gee, qui a visité le terrain en compagnie de M. Cresson, n'admet pas que l'instrument, si instrument il y a — ce sont ses propres expressions — vienne du gravier colombien. A la suite d'une seconde exploration, M. Cresson reconnaît lui-même que les graviers de Wilmington — c'est le nom qu'il propose de leur donner, à raison du voisinage de la ville de Wilmington — sont d'une formation plus récente que les graviers de Trenton, et qu'ils sont caractérisés par des mouvements tumultueux de nature à vicier toute conclusion (1). L'homme de Claymont est donc abandonné ou, pour mieux dire, sa grande antiquité n'est plus acceptée par ceux mêmes qui les premiers l'avaient fait connaître.

Nous ne reviendrons plus sur les prétendues découvertes des côtes du Pacifique. L'opinion de M. Mac Gee est absolument conforme à celle du Dr Brinton et à la nôtre.

Ses conclusions sont des plus vives : « Le chapitre VIII du travail de M. Wright, dit-il, n'est qu'un tissu de grossières erreurs. Les faits qu'il dit incontestables ne peuvent être prouvés, et sa publication, qu'il donne comme un exposé de la science américaine, est une véritable offense pour nous tous » (2).

Ainsi donc, les plus célèbres découvertes de l'Amérique du Nord, celles qui paraissaient à l'abri de toute contestation sérieuse, il est si peu de temps encore, sont

(1) *Lettre* du 28 nov. 1892.

(2) M. Holmes est plus modéré quoique non moins net dans sa critique. « Le professeur Wright, vigoureusement soutenu par M. Haynes, écrit-il, en reprenant la question des argillites de Trenton, ne prétend pas avoir personnellement retiré de ces graviers un objet travaillé par l'homme. Il ne sait donc rien par ses propres observations qui puisse corroborer la présence de l'homme en Amérique durant l'époque glaciaire, et je ne puis que le blâmer d'avoir écrit sur les seules opinions d'autrui et d'avoir accepté sans une juste discrimination leurs conclusions. »

de nouveau soumises à la discussion et leur authenticité ou tout au moins leur ancienneté mises en cause. Voyons ce qu'ont à répondre leurs défenseurs si vivement attaqués.

Haynes (1) s'est montré un des plus ardents parmi eux. Il remarque avec raison que parce que Holmes n'a recueilli dans les graviers de Trenton aucun argillite portant les traces du travail de l'homme, il n'a pas le droit de conclure que d'autres n'en ont jamais trouvé avant lui. Le professeur Wright cite des savants très compétents, M. L. Carr du *Peabody Museum,* M. Dawkins, le professeur Whitney, qui ont visité Trenton et qui, plus heureux que M. Holmes, ont retiré des graviers, de leurs propres mains, des paléolithes encore *in situ.* Un autre argument de M. Haynes me paraît moins heureux. Il est certain, dit-il, que l'homme a vécu en Europe durant les temps paléolithiques ; pourquoi n'aurait-il pas vécu durant les mêmes temps en Amérique? Nous devons *à priori* le supposer. Quant à confondre des instruments travaillés avec des pierres roulées par les eaux et portant des incisures, des éclats produits par le choc d'autres pierres, nul archéologue digne de ce nom ne saurait le faire. Les armes ou les outils trouvés en Amérique présentent des formes parfaitement connues ; ils ne ressemblent nullement aux pièces néolithiques dégrossies, préparées pour le polissage, puis abandonnées. Ces formes sont les mêmes que celles relevées sur les pièces provenant des graviers de la Somme ou des cavernes du midi de la France, accompagnées souvent des débris d'animaux de race éteinte. Mais M. Haynes aurait dû ajouter que ces débris, qui donnent aux découvertes européennes une importance incontestable, manquent généralement en Amérique.

Les conclusions du professeur Putnam (2) n'ont jamais

(1) Procedings Boston Soc. Nat. Hist., t. XXI. — *The Fossil Man,* Popular Science Monthly, t. XVII. — Science, 3 février 1893. — *Early Man in Minnesota,* Science, 9 juin 1893.

(2) *Paleolithic Man in Eastern and Central America,* mai 1888.

varié, et les savants attachés au Peabody Museum s'y rallient avec ardeur. Pour eux, les découvertes de ces dernières années montrent que l'homme a vécu dans la région qui s'étend du Mississipi à l'Atlantique, à une époque où le nord des États-Unis était recouvert par les glaces, qu'il vivait à côté du mammouth et du mastodonte, alors que la grande moraine terminale entre New-York et Trenton était à peine formée. Ces hommes à la tête dolichocéphale avaient été précédés sur le continent américain par d'autres hommes établis sur les côtes du Pacifique et dont on retrouve les traces en Californie. Le savant professeur se laisse entraîner, je le crains, par son enthousiasme, et il lui serait assez difficile de justifier ses dernières assertions par des preuves sérieuses. Pour notre part, nous n'en connaissons aucune.

Le professeur Wright, tout en maintenant avec énergie l'antiquité des reliques humaines recueillies sur divers points et en les présentant comme préglaciaires ou tout au moins comme interglaciaires, s'exprime avec une modération qui contraste avec le langage de ses adversaires. Dans une première lettre (1), il s'appuie surtout, pour corroborer les découvertes de Trenton, sur le paléolithe en argillite de New-Comerstown (Ohio). Il a été retiré d'une moraine glaciaire formée au débouché de la petite rivière Buckhorn Creek dans le Tuscarawas. Ce paléolithe, absolument semblable par la forme à nos outils chelléens, gisait dans la moraine à 15 pieds de profondeur, et il est aujourd'hui déposé dans une collection publique à Cleveland (2).

Pour le révérend professeur, aucun doute n'est possible soit sur le caractère glaciaire du dépôt, soit sur l'absence de remaniement. Tel a été, ajoute-t-il, l'avis de tous les

(1) *Science*, 3 février 1893.

(2) Dans la collection du *Western Reserve Historical Society*. — M. Wright reproduit la photographie de ce paléolithe dans son volume *Man in the Glacial Period* (pp. 252 et 253). Il avait déjà résumé les circonstances de la découverte dans un travail précédent, *The Ice Age in North America*.

géologues qui l'ont visité. Il est vrai que, malgré de longues recherches, on n'a jamais rencontré d'autre objet pouvant confirmer l'authenticité du premier. Cette découverte reste donc isolée et par cela même suspecte.

Dans une seconde lettre (1), M. Wright reprend la question. Il s'attache surtout aux découvertes faites dans l'Ohio; celles de Trenton, remarque-t-il, sont défendues par tant de savants compétents qu'il lui paraît inutile d'y revenir. M. Holmes prétend que le paléolithe de Madisonville a été retiré de l'extrémité du dépôt morainique, d'un point où les matériaux paraissent d'un caractère différent et ont dû être postérieurement déposés. Le fait est exact; mais la conséquence que l'on veut en tirer est bien improbable, car elle serait contraire à toutes les lois qui régissent en Amérique les dépôts de cette nature. Quant à croire que le paléolithe a été entraîné soit par la chute d'un arbre, soit par la pousse des racines, ce sont là des hypothèses qui ne méritent pas que l'on s'y arrête un instant. La nécessité de recourir à de semblables arguments, ajoute le révérend professeur, montre la difficulté de résister aux preuves si évidentes que nous apportons.

Il me paraît moins heureux dans de nouvelles explications qu'il donne sur la découverte de New-Comerstown, et il ne répond rien de plausible à l'objection que le celt ou la hache, comme on voudra l'appeler, a été retiré non de la moraine même, mais bien d'un éboulis qui s'en est détaché il y a longtemps. Le fait de son origine reste donc incertain, et d'autant plus incertain que la collection de M. Mills, celui-là même qui l'a recueilli, renferme par milliers des pièces absolument semblables trouvées à la surface du sol.

Pour le Dr Abbott (2), il existe une école qui prétend

(1) *Science*, 19 mai 1893; *Popular Science Monthly*, mai 1893. — M. Haynes revient aussi sur cette question (*Science*, 26 mai 1893), mais il n'apporte aucun argument nouveau.

(2) *Science*, 11 novembre 1892; 3 mars 1893. — Le Dr Abbott a publié un

voir dans les lames de pierre, de schiste, de jaspe, de quartz, de calcédoine recueillies en si grand nombre et sur tant de points différents, des pièces inachevées, déposées dans des caches par les Indiens pour être utilisées à l'occasion. Si ces objets sont dus aux Indiens, répond-il avec raison, on aurait d'autres preuves de leur industrie bien connue, on trouverait leurs poteries, on trouverait quelques-uns de leurs appareils de chasse ou de pêche. A Trenton, les paléolithes ont été rencontrés dans des couches de sable et de cailloux dont la stratification est parfaitement établie. Dans ces couches se voient de nombreux boulders d'une taille et d'un poids immenses. Comment les Indiens auraient-ils pu creuser sous ces boulders pour enfouir les pierres qu'ils avaient travaillées? Comment les auraient-ils retrouvées? Il a été objecté que ces paléolithes ne se rencontraient que sur un point assez restreint de la vallée du Delaware, qu'il était étrange que ces populations nombreuses, à en juger par les objets recueillis, ne se fussent pas étendues plus loin. Le fait, selon le Dr Abbott, n'est pas exact : on a recueilli des pierres certainement travaillées à plus d'un mile du Delaware, en construisant un chemin de fer ; on en a également recueilli dans les environs, en creusant des caves ou en forant des puits, et s'ils sont bien plus nombreux sur les rives du fleuve, cela tient à ce que l'action des eaux, en désagrégeant les graviers, les a mis au jour. Si, comme on le prétend, ces haches, ces outils étaient dus aux Indiens (1),

livre de premier ordre sur ces questions : *Primitive Industry*, Salem Mass. 1881. Il écrivait plus tard : " There is unquestionably much to be done, before every objection that may be fairly urged is met and answered; but the results so far obtained, all point in one direction that of the existence of man in the Delaware Valley, when the Trenton gravels were being deposited. „ PROCEEDINGS OF THE BOSTON SOC. NAT. HIST., 1888. Pour Wright, ces graviers ont été déposés durant la dernière période glaciaire. REPORT HIST. SOC. CLEVELAND, 1884. — Voyez aussi ch. IV : *Studies in Science and Religion.*

(1) M. Boule *(l. c.)* dit, en parlant de l'attribution aux Indiens des outils de Trenton : " Les préhistoriens les plus habiles de notre pays seraient incapables de distinguer autrement que par la nature de la roche certains instruments de Trenton, des silex taillés européens, tandis qu'ils ne sauraient se

le problème ne resterait pas moins difficile à résoudre. Il faudrait prouver que ces Indiens n'ont vécu sur la terre d'Amérique que durant les temps modernes, et c'est là une preuve plus impossible encore à faire que celle de l'existence d'une race qui les aurait précédés. Là du moins nous avons un commencement de preuve. Des crânes humains ont été retirés de ces mêmes graviers, trois d'entre eux sont aujourd'hui au Peabody Museum. Il est facile de les distinguer au milieu des trois mille crânes indiens qui les entourent, et la différence de la race est caractéristique (1).

Nous avons une réponse plus complète encore aux objections contre l'authenticité des outils de Trenton. Elle est due à un des rares géologues étrangers qui aient visité les lieux, à un savant français, dont nul ne peut contester ni la grande compétence, ni l'impartialité scientifique. M. Boule m'écrivait le 16 décembre 1892 : « Ce que j'ai vu à Trenton m'a confirmé dans la croyance qu'on avait dans la vallée du Delaware le pendant des alluvions quaternaires du nord de la France. Quant au vif de la question, à savoir si le Dr Abbott a trouvé *en place*, au milieu des alluvions, les quartzites ou argillites taillés, je ne puis vous dire qu'une chose : le Dr Abbott m'a conduit, entre autres points des environs de Trenton, dans une ballastière exploitée pour les chemins de fer et où ont été trouvés, il y a un certain nombre d'années, des débris de mastodonte, de renne et, je crois, de bœuf musqué (2). Or M. Abbott m'a affirmé avoir recueilli beaucoup d'instruments dans cette même ballastière, *dont les couches sont*

tromper sur l'origine des armes ou des outils fabriqués par les Indiens actuels ou anciens. »

(1) Nous avons là le point le plus faible de la défense du Dr Abbott. L'authenticité de ces débris humains est sérieusement mise en doute par ceux-là mêmes qui acceptent celle des paléolithes.

(2) Dans un article publié dans l'*Anthropologie* (janv.-fév. 1893, pp. 36 et suiv.), M. Boule est plus affirmatif; il signale, dans la ballastière de Trenton, le *Mastodon ohioticus*, l'*Elephas primigenius*, l'*Ovibos moschatus* et le *Cervus tarandus*.

parfaitement en place, non remaniées et remontant certainement au quaternaire (1). Que M. Holmes et ses collaborateurs aient exploré des tranchées de 600 mètres sans trouver des pierres taillées, cela ne saurait surprendre un géologue parisien habitué à explorer les gisements classiques de Chelles et autres sans rien trouver par lui-même. En résumé, jusqu'à plus ample informé, je n'ai aucune raison de douter de l'authenticité ni de l'antiquité des pierres taillées découvertes par M. Abbott. »

Depuis cette lettre, M. Boule a développé les mêmes conclusions dans un article de l'*Anthropologie* dont je viens de parler, et il l'a fait avec beaucoup de force et de clarté. Sa tâche était facilitée par l'étude qu'il avait faite des collections du Smithsonian, du Peabody Museum, et de la collection particulière du Dr Abbott. « Ce qui m'a le plus frappé, ajoute-t-il, c'est la similitude, je dirai presque l'identité de formes des instruments américains avec les instruments paléolithiques européens. » C'est là un point sur lequel je suis moi-même revenu à bien des reprises et que je ne me lasse jamais de constater. Partout, dans les régions les plus éloignées les unes des autres, sur des continents séparés par les océans, nous relevons les mêmes formes, le même travail de l'homme, et cela non seulement pour les instruments en pierre dont parle M. Boule, mais aussi pour ceux en os, pour la fabrication et l'ornementation de la poterie, pour tous les arts usuels, pour toutes les industries en voie de formation. Cette identité du génie de l'homme à travers le temps et à travers l'espace est la grande leçon qui ressort des études préhistoriques.

Mais cette similitude, cette identité des produits humains ne sauraient suffire pour affirmer soit leur

(1) Dans l'*Anthropologie*, M. Boule n'est pas moins explicite. « Les graviers de Trenton, dit-il, sont parfaitement intacts, en lits bien réglés, surmontés d'une couche de terre végétale, dont la séparation est des plus nettes. Il est impossible d'admettre qu'un instrument primitivement situé à la surface du sol ait pu gagner les parties profondes du gravier. »

ancienneté, soit leur contemporanéité ; il faut encore déterminer la stratification des couches, la position exacte des objets recueillis, la persévérance des types archéologiques. En Europe comme en Amérique, on a accepté quelquefois bien légèrement, comme travaillées par l'homme, des pierres charriées par les eaux, portant des encoches, des incisures, des entailles, suite naturelle de chocs répétés. Les trop célèbres silex de Thenay au musée de Saint-Germain en sont une preuve éclatante. Il y a là pour nos études un grave danger, et la controverse si vive qui vient de s'élever parmi les savants américains en est la meilleure preuve. Il n'est plus douteux que de nombreuses découvertes faites sur le grand continent qui s'étend de l'Atlantique au Pacifique, sont absolument fausses, du moins quant à l'ancienneté que l'on prétend leur attribuer. Pour d'autres, après les travaux récents que je viens de résumer, de graves doutes sont permis. Il en reste cependant dont l'authenticité ne peut être sérieusement questionnée. Je citerai en première ligne les argillites de Trenton ; après l'examen qui a été fait par un des maîtres de la science contemporaine, M. A. Gaudry, après l'exposé si clair de M. Boule, toute hésitation doit cesser ; et ce seul fait, si même il n'était corroboré par aucun autre, suffirait à établir l'existence d'un homme semblable à nous sur les rives du Delaware durant les temps paléolithiques, et à rendre cette existence probable sur d'autres points où la nature était aussi riche et la vie aussi facile.

Telles sont, semble-t-il, les conclusions qui s'imposent en étudiant la controverse soulevée en Amérique. De nouvelles découvertes, de nouvelles recherches peuvent les modifier sur plusieurs points ; il ne paraît pas probable cependant que leur résultat soit d'attribuer aux Indiens le premier peuplement de l'Amérique. S'il faut, je l'ai dit et je ne puis que le répéter, une extrême circonspection

dans les études préhistoriques, toute hésitation doit cesser devant des faits évidents, alors même que ces faits vont à l'encontre de nos opinions antérieures (1).

Mis DE NADAILLAC.

(1) Pendant que cet article était à l'impression, un de mes savants collègues de la Société d'anthropologie, le Dr Topinard, visitait l'Amérique comme M. Boule; il ne met pas en doute l'authenticité des silex de Trenton. Il admet aussi celui trouvé par M. Cresson à Claymont. Sa conclusion est que l'homme a vécu en Amérique à l'époque postglaciaire, peut-être même à l'époque interglaciaire. Il donne enfin 15000 ans comme limite extrême au peuplement de l'Amérique (*Anthropologie*, 1893, pp. 301 et suiv.). La place me manque pour discuter son opinion qui me semble exagérée. Je l'ai fait d'ailleurs par avance, dans une étude publiée il y a déjà deux ans dans cette *Revue* même.

LES CAUSES

DE

L'ANCIENNE EXTENSION DES GLACIERS

S'il est un fait sur lequel les récentes observations des géologues aient réussi à faire pleine lumière, c'est à coup sûr le développement extraordinaire que les glaces ont dû atteindre, dans les parties montagneuses et les hautes latitudes de notre hémisphère, durant les premières phases de ce qu'on peut appeler l'époque actuelle. Soupçonnée au début de ce siècle par le guide Perraudin, nettement formulée après 1830 par Venetz, Charpentier, Agassiz, Desor et Charles Martins, la notion de l'ancienne extension des glaces a fini par s'imposer en triomphant de toutes les résistances. Les derniers partisans des grandes inondations diluviennes ont disparu ou capitulé; et partout, en Europe comme en Amérique, l'abondance et la précision des observations sont devenues telles, qu'on a pu tracer avec sûreté des cartes figurant les anciens glaciers ainsi que le sens de leur mouvement.

Nous n'avons pas l'intention d'exposer ici l'état actuel de la question. Il y a quelques années, le sujet a été traité

avec grande compétence, dans ce recueil même, par M. Arcelin, et, plus récemment, le *Correspondant* a donné asile, en 1892, à un travail de nous, où les derniers résultats de l'observation se trouvaient résumés, avec quelques aperçus relatifs aux causes probables du phénomène. C'est de ces causes, et plus spécialement de l'une d'entre elles, à peine entrevue jusqu'ici, que nous voudrions entretenir les lecteurs de la *Revue*. Nous rappellerons seulement, pour fixer les idées, les traits généraux du phénomène glaciaire, tels qu'ils sont aujourd'hui établis.

A un certain moment qui, selon toute vraisemblance, a dû précéder de très peu l'apparition de l'homme sur notre globe, les glaces ont couvert toute l'Europe septentrionale, s'arrêtant au sud à une ligne qui part de l'angle sud-ouest de l'Irlande, traverse le canal de Bristol, touche la banlieue de Londres, puis passe par Anvers, Magdebourg, Cracovie, Kiew, Moscou et Kazan, pour se relever ensuite au nord et atteindre l'extrémité septentrionale de l'Oural, en face de la Nouvelle-Zemble. La surface alors couverte par les glaces était de plus de six millions de kilomètres carrés. Au même instant, les Alpes étaient presque entièrement ensevelies sous une masse de neiges et de glaces qui mesurait 150 000 kilomètres carrés, dont une moitié pour les coulées de glace proprement dite, et l'autre pour les névés. L'énormité de ce chiffre apparaîtra clairement si l'on rappelle qu'aujourd'hui la superficie totale des glaciers alpins ne dépasse guère 4000 kilomètres carrés. Épaisse en certains points de 1200 à 1700 mètres, la glace des Alpes parvenait à franchir le Jura et semait ses moraines, en France jusqu'à Lyon, en Allemagne jusqu'au Haut-Danube, en Italie jusqu'à Vérone et à Turin. De petits glaciers descendaient alors des Vosges et de la Forêt-Noire ; d'autres s'établissaient en Auvergne, et les Pyrénées envoyaient, sur les plaines aquitaniennes, des fleuves de glace de 60 à 70 kilomètres, parfois épais de 900 mètres, comme à Luchon.

Le développement du phénomène était encore plus grandiose dans l'Amérique du Nord. Là, les glaces couvraient environ quinze millions de kilomètres carrés. Leur centre de dispersion se trouvait dans le bassin du Saint-Laurent, et leur limite méridionale coïncidait avec une ligne qui, longeant à l'est le pied de la chaîne colombienne des Montagnes Rocheuses, irait rejoindre les sources du Missouri, pour suivre, en le dépassant légèrement sur la rive droite, le cours de cette rivière jusqu'à Saint-Louis, passer à Cincinnati, côtoyer au sud le lac Érié, et aboutir sur l'Atlantique près de New-York.

Au total, dans l'hémisphère nord, l'empire des glaces n'embrassait pas moins de *vingt-deux millions de kilomètres carrés*, soit plus du *septième* de la superficie de la terre ferme sur le globe. Dans toute cette étendue, c'étaient de vrais glaciers, et non des glaces flottantes, qui labouraient le sol, souvent au rebours de sa pente propre, striaient les rochers, écrasaient les pierres et semaient, dans leurs moraines frontales, des blocs dont quelques-uns avaient accompli, du nord au sud, un parcours de *mille*, parfois même de *quinze cents* kilomètres.

Si l'on réfléchit que, suivant les années, les glaciers actuels des Alpes avancent ou reculent de plusieurs centaines de mètres, en subissant dans leur épaisseur des variations correspondantes, on ne sera pas étonné d'apprendre que la limite des anciens lobes glaciaires était loin d'être fixe, et que l'allure de leurs moraines, aujourd'hui dispersées sur le sol sous la forme de *terrain erratique* ou *drift*, accuse de fréquents déplacements. Mais à côté de ces mouvements secondaires, une observation attentive en a révélé d'autres, d'amplitude beaucoup plus considérable. Il est aujourd'hui démontré qu'après une première invasion des glaces, la terre ferme en a été si bien débarrassée que les cours d'eau ont pu reprendre, jusqu'au cœur des montagnes, leur travail d'alluvionnement. En même temps se développait, sur leurs rives

naguère glacées et enfouies, une végétation au moins aussi riche que celle du temps présent, et servant de pâture à de nombreux herbivores. Puis les glaces sont revenues, en général sans atteindre partout leurs précédentes limites, et ont enseveli sous de nouvelles moraines les dépôts de graviers et de lignites formés durant la phase de retraite. Il n'y a donc pas eu, comme on l'a cru longtemps, une *période glaciaire;* mais on en doit compter plusieurs, séparées par des phases *interglaciaires*, dont la durée, selon toute vraisemblance, n'a pas dû être inférieure au temps écoulé depuis la dernière disparition des glaces jusqu'à nos jours.

La première invasion glaciaire bien constatée paraît s'être produite à la fin des temps tertiaires, pendant l'époque que les géologues ont qualifiée de *pliocène,* alors que le sol européen était habité par l'éléphant méridional, précurseur du mammouth. Cette invasion a laissé des traces nettes en Auvergne, en Suisse et en Poméranie. Elle a été suivie d'un retour du climat chaud et humide.

La seconde invasion, d'âge *quaternaire* (ou plus exactement *pleistocène),* la plus étendue en surface qui se soit produite, a coïncidé avec le développement dans nos régions de l'éléphant antique. Puis est venue la seconde époque interglaciaire, pendant laquelle le mammouth a commencé à se substituer à ce dernier éléphant. C'est alors que les premières traces de l'industrie humaine, dite *paléolithique*, c'est-à-dire les silex taillés de Saint-Acheul, de Chelles, de l'Ouse, etc., se sont mélangées aux alluvions des grands cours d'eau.

Ensuite la glace est revenue, mais sans recouvrer entièrement son ancien domaine. Dans l'Allemagne du Nord, sa limite est demeurée à une centaine de kilomètres en arrière de la précédente. En Suisse, elle a respecté l'Emmenthal ainsi que le territoire de Berne. Elle n'a plus atteint la haute vallée du Danube. En Amérique, elle s'est tenue, en certains points, à cinq cents kilomètres au

nord de la ligne qu'elle avait atteinte auparavant. Enfin est venue la retraite des glaces, qui semble avoir coïncidé avec le moment où la civilisation *magdalénienne*, celle de l'âge du renne, commençait à se substituer à l'industrie plus rude de Saint-Acheul et du Moustier. Un froid sec et vif a envahi nos régions, et l'homme s'est réfugié dans les cavernes, jusqu'au jour où le retour d'une humidité modérée a rendu possible l'établissement des tourbières, et inauguré le régime moderne avec les palafittes ou habitations lacustres.

Disons enfin, pour terminer ce rapide exposé, que la dernière étape de la retraite des glaces ne semble pas remonter à une haute antiquité. En effet, il est prouvé que toute la topographie actuelle de la région des Grands Lacs, dans l'Amérique du Nord, résulte de l'action des pluies et des cours d'eau sur le terrain erratique que les invasions glaciaires avaient accumulé par-dessus l'ancien sol. La gorge du Niagara et plusieurs autres défilés des fleuves américains ont été entièrement creusés depuis le départ des glaces. Or, il résulte des observations concordantes de nombreux géologues que le creusement de ces gorges n'a pas dû embrasser plus de *sept à dix mille ans.*

Quand on considère l'immensité de l'espace occupé par les glaces au moment de leur plus grande extension, rien ne semble plus naturel, au premier abord, que de chercher le principe de ce développement dans une cause générale, extérieure au globe terrestre. C'est ce qu'ont fait M. Adhémar, M. Croll, et tous ceux qui se sont efforcés de trouver, dans les circonstances astronomiques du mouvement de la terre autour du soleil, une cause périodique de refroidissement, capable d'infliger tour à tour, à chaque hémisphère, des hivers assez longs pour le placer dans un *état glaciaire.* Nous ne reviendrons pas sur la discussion à laquelle nous nous sommes livré, dans le travail déjà cité du *Correspondant,* au sujet de ces hypo-

thèses. Toutes ont, à nos yeux, un double tort. En premier lieu, pour faire coïncider l'extension des glaces avec des circonstances astronomiques appropriées, elles sont obligées de reculer la date de la dernière époque glaciaire dans un lointain absolument inconciliable avec la fraîcheur des formes topographiques du drift européen ou américain. Leur second tort, et le plus grave, est de supposer que le développement des glaces exige du froid, alors qu'avant tout le phénomène réclame une abondante *précipitation*, qui s'accomplit en pluie sur les plaines, en neige sur les montagnes et les hautes latitudes. Or, de nos jours, l'abondance des précipitations atmosphériques dépend principalement des conditions géographiques. Sur un même parallèle, là où règnent par conséquent les mêmes circonstances *cosmiques*, on peut rencontrer des déserts où la pluie est nulle, et des districts recevant l'énorme quantité de dix à quinze mètres d'eau par an; et la Sibérie, où règne le maximum du froid continental, est précisément dépourvue des neiges et des glaces qui abondent dans la Nouvelle-Zélande, au voisinage du tropique.

Il est d'ailleurs un point du globe qui plaide, plus éloquemment que tous les autres, en faveur de l'influence prépondérante des conditions géographiques : c'est le Groenland. Voilà un pays dont la plus grande partie est comprise entre le cercle polaire arctique et le parallèle de 60 degrés, c'est-à-dire dans les mêmes limites que l'Islande tout entière, presque toute la Scandinavie, et la Russie septentrionale depuis Saint-Pétersbourg jusqu'à la mer Blanche. De plus, sa pointe touche presque au *gulf-stream*, ce grand courant d'eau chaude dont la bienfaisante influence parvient à se faire sentir jusqu'au Spitzberg. Et pourtant, malgré ces circonstances favorables, le Groenland est couvert, à partir du niveau de la mer, par une calotte continue de neiges et de glaces, dont l'épaisseur est évaluée par Nansen à plus de 1600 mètres. La côte orientale est non seulement inhabitable, mais inaccessible

d'un bout à l'autre ; et c'est à peine si, sur le rivage occidental, les glaces respectent une étroite bande de terre. Au moment où, par plus de 75 degrés de latitude, les explorateurs trouvent la neige absente d'une grande partie du Spitzberg, et naviguent, sans presque rencontrer de glaçons, sur les fjords de cet archipel, ceux qui s'aventurent à travers le Groenland, même par 60 ou 65 degrés de latitude, essuient, au cœur de l'été, les plus violentes rafales de neige et voient, pendant la nuit, le thermomètre descendre à cinquante degrés au-dessous de zéro ! Ce pays est donc une sorte de point singulier, dans les conditions météorologiques duquel ni la latitude, ni la précession des équinoxes, ni l'excentricité de l'orbite terrestre, ni l'affaiblissement passager des radiations solaires, n'interviennent en aucune façon. Pour expliquer un tel état glaciaire, aussi intense qu'il a pu l'être ailleurs lors des grandes extensions, il faut, de toute nécessité, se contenter de recourir à des circonstances purement locales. C'est au relief du pays, à la direction des courants d'air qui viennent le frapper, à leur richesse en humidité, qu'on doit demander le secret de ces extraordinaires chutes de neige, localisées sur le plateau glacé (car on les soupçonne à peine sur la bande habitable de l'ouest), et dont le produit alimente ce gigantesque *inlandsis,* que Nordenskjoeld et Nansen ont les premiers foulé aux pieds.

A la lumière d'un tel exemple, il convient de rechercher si, dans les circonstances géographiques qui ont marqué le début de l'ère moderne, il ne serait pas possible de démêler quelques épisodes propres à influer, d'une façon caractérisée, sur l'abondance et la distribution des pluies dans notre hémisphère.

Ce serait une grande erreur de s'imaginer que la géographie actuelle soit de date géologique très ancienne, ou qu'elle ait été préparée par degrés insensibles, de telle sorte que la fin des temps tertiaires n'aurait été signalée

que par d'insignifiantes modifications des rivages. Au contraire, cette phase de l'histoire terrestre a vu s'accomplir des événements de la plus grande importance, au nombre desquels il faut ranger la formation de la Méditerranée.

Durant les temps secondaires, il y avait bien une *Méditerranée* au sens strict du mot, c'est-à-dire une *mer intérieure centrale*, suivant l'expression de Neumayr. Celle-ci s'étendait, de l'extrémité occidentale de l'Europe à la région des Indes néerlandaises, séparant les terres émergées du Nord, ou l'*Eurasie*, d'une grande terre australe et tropicale, formée dans l'origine par la réunion du Brésil, de l'Afrique méridionale et de l'Hindoustan. Mais cette mer, au contour largement dessiné et aux conditions franchement pélagiques, n'avait rien de commun avec ce que nous appelons aujourd'hui la Méditerranée. Déjà, au commencement de l'ère tertiaire, le domaine de l'ancienne mer centrale avait singulièrement diminué. Les animaux de haute mer, tels que les ammonites et les bélemnites, l'avaient quittée pour toujours. Une série de rides longitudinales s'y dessinaient, isolant des sillons où se concentraient les constructions des nummulites, des alvéolines et autres foraminifères. Bientôt ceux-ci disparaissaient à leur tour ; l'émersion faisait des progrès, et une barrière définitive s'élevait, à travers l'Asie occidentale, entre les mers de l'Occident et celles de l'Orient. Isolé de l'Océan indien, le reste de l'antique mer centrale ne s'ouvrait plus à l'ouest que par un détroit, situé sur l'emplacement de la vallée du Guadalquivir, entre la chaîne bétique actuelle et le plateau espagnol ou *meseta* ibérique.

A ce moment, alors que la mer venait d'envahir la vallée de la Loire jusqu'aux portes de Blois, et que, pénétrant en Suisse par la grande coupure du Rhône, elle rejoignait à travers Berne et Saint-Gall les eaux marines sous lesquelles le bassin de Vienne était alors submergé, les Alpes, préparées par une longue suite d'efforts anté-

rieurs, se dressent définitivement dans les airs ; avec elles surgissent le Caucase et l'Himalaya. Le mouvement qui a créé ces rides gigantesques a été si énergique, que presque tout le domaine de l'ancienne mer centrale s'y est trouvé entraîné. Le détroit bétique est définitivement fermé. Ce qui reste des eaux méditerranéennes, privé de toute communication franche avec l'océan, se partage en cuvettes saumâtres, autour desquelles se promènent d'immenses troupeaux d'herbivores, passant librement d'Europe en Afrique. C'est l'heure où les girafes, les gazelles, les antilopes et les hipparions entassent leurs ossements dans les crevasses des calcaires, au mont Léberon comme au pied du Pentélique. Mais c'est surtout à l'orient que se prononce le régime saumâtre. De la Corse à l'Asie centrale s'étend la dépression *aralocaspienne*, habitée par des mollusques dont la transformation progressive annonce une diminution graduelle dans la salure des eaux, jusqu'au moment où des animaux d'eau douce, paludines et moules de rivière, occuperont seuls les grands *limans* de l'Esclavonie, du Bas-Danube et de la Crimée.

C'est à cet instant que commence la période dite *pliocène*. La chaîne qui formait dôme entre l'Espagne et l'Afrique s'écroule en son milieu, engendrant le détroit de Gibraltar, qui rétablit la communication entre l'Océan et la Méditerranée. Après cet écroulement, d'autres surviennent, qui font naître tour à tour la fosse tyrrhénienne, la fosse adriatique, enfin la mer Égée. Cette dernière est de date très récente ; les premiers hommes ont été certainement témoins de sa formation, bien que l'histoire, ou plutôt la tradition, n'en ait gardé qu'une trace confuse ; et les convulsions dont l'Archipel grec et le littoral de l'Asie mineure sont si souvent le siège, témoignent de l'instabilité du sol dans ces parages, au milieu desquels s'est formé par effondrement le cirque de Santorin. Un peu après, par une ancienne vallée fluviale qui se déversait

dans le lac du Pont-Euxin, déjà séparé de celui de la mer Caspienne, les eaux de la mer Égée se sont ouvert un passage, et la mer Noire, redevenant salée, est entrée en communication avec la nouvelle Méditerranée. Ainsi, depuis le milieu des temps tertiaires, la terre n'a pas cessé d'être en mouvement dans ce bassin, et des modifications géographiques d'un ordre très élevé s'y sont produites jusqu'à la dernière heure, amenant de continuels remaniements dans le domaine respectif des terres et des eaux. De ce nombre est, par exemple, la disparition d'une chaîne qui, très probablement, reliait les Baléares à la Corse, tandis que, de l'extrémité orientale des Pyrénées jusqu'au massif des Maures, se poursuivait une terre, ou tout au moins un cordon d'îles, à la place duquel s'est ouverte tardivement la cavité du golfe du Lion.

La réalité de ces vicissitudes géographiques une fois établie, il est aisé d'y voir la source de bien des variations dans le régime météorologique de l'Europe. Ce n'est pas impunément que de hautes chaînes se dressent dans les airs, à la place où naguère les eaux miocènes passaient librement avec leur population de peignes et de grands oursins. Quels puissants condenseurs que ces masses montagneuses, dépassant l'altitude où la température est constamment à zéro ! Avec quelle activité devait s'y précipiter la vapeur d'eau contenue dans les courants d'air qui les frappaient, surtout après que les effondrements méridionaux eurent placé, sur le parcours des vents du sud et du sud-ouest, des masses d'eau qui n'existaient pas auparavant ! Comment s'étonner d'ailleurs de l'instabilité constatée du régime glaciaire, avec une telle variété d'événements successifs, dont les uns devaient accroître, et les autres diminuer l'abondance des précipitations ? Il n'en faut pas davantage, en principe, pour expliquer l'alternative plusieurs fois répétée des invasions glaciaires et des périodes interglaciaires.

Cependant nous ne nous contenterons pas de cette

explication. Si elle peut suffire pour le sud de l'Europe, elle est impuissante à rendre compte du développement extraordinaire des glaces dans les hautes latitudes. Le phénomène revêt, dans ces parages, une intensité propre à exclure l'idée d'une cause lointaine, et de plus il se produit, en Europe comme en Amérique, avec une homogénéité qui implique une origine commune. C'est cette cause que nous allons maintenant rechercher. Pour y parvenir, nous étudierons plus attentivement le mode de répartition des dépôts glaciaires (drift, terrain erratique, ancien diluvium du nord) dans les régions septentrionales.

Si l'on trace sur une mappemonde le contour méridional du terrain erratique, en Europe comme en Amérique, on ne peut manquer d'être très frappé de ce fait, qu'au lieu de courir parallèlement aux cercles de latitude, le contour en question dessine une sorte de grand arc de cercle, dont le centre tomberait au milieu de l'Atlantique nord.

Pour l'Europe, cette allure est clairement indiquée par le rapide relèvement que subit la limite du terrain glaciaire à partir de la Pologne. En effet, après avoir atteint, au sud, le 47e degré de latitude, le contour extérieur remonte au nord et, à travers quelques dentelures plus ou moins accentuées, va rejoindre l'extrémité septentrionale de la chaîne ouralienne. De cette manière, non seulement l'Oural porte tout au plus l'empreinte de glaciers locaux ; mais *la nappe erratique n'existe nulle part en Sibérie.* Il faut atteindre les montagnes qui accidentent la partie de ce pays voisine du Pacifique, pour y trouver des traces glaciaires, localisées comme celles de l'Oural, et n'ayant rien de commun avec le grand terrain de transport écossais et scandinave.

Une telle distribution suffit pour écarter, de prime abord, l'idée d'une cause cosmique. Si quelque phénomène astronomique avait, en refroidissant le climat de l'hémisphère boréal, déterminé l'extension des neiges et des

glaces, il serait incompréhensible que cette extension, qui sévissait sur toute la plaine russe, eût respecté l'Oural, déjà soulevé à cette époque, et n'eût entamé aucun point du territoire sibérien, où règne en tout temps le maximum de froid. Car l'altitude moyenne de ce territoire est très supérieure à celle de la Russie, de telle sorte qu'il aurait dû ressentir, à un degré encore plus vif, l'influence d'une réfrigération universelle. On peut donc dire qu'il y a une contradiction flagrante entre les conditions physiques de l'Europe actuelle et son ancien état glaciaire. Cette contradiction est encore accentuée par le grand développement du drift sur les Iles Britanniques, notamment sur l'Irlande, où la température est aujourd'hui d'une remarquable douceur.

En résumé, une simple aggravation des circonstances du moment présent est impuissante à expliquer la répartition des dépôts glaciaires. Ce qu'on peut dire, c'est que l'importance de ces dépôts, et surtout leur contraste avec les conditions actuelles, décroissent à mesure qu'on s'avance vers l'est, c'est-à-dire à *mesure qu'on s'éloigne de l'Atlantique.*

La même conclusion découle d'une comparaison entre les limites de la seconde et la troisième des extensions glaciaires. La seconde, qui a été de beaucoup la plus prononcée, s'est fait sentir sur toute la plaine russe ; mais la troisième n'a atteint en Russie qu'une partie de la région baltique, de la Finlande et du gouvernement d'Olonetz. En Allemagne, elle est demeurée à cent kilomètres au nord des limites de la précédente invasion. La direction des stries qu'elle a burinées sur les rochers indique un grand glacier suivant le lit de la Baltique, et cheminant du nord-est au sud-ouest ; tandis qu'auparavant c'étaient d'immenses lobes glaciaires, poussés du nord vers le sud, qui amenaient jusqu'en Lusace et au pied du Hartz des matériaux de provenance scandinave.

Dira-t-on que cette distinction de deux grandes nappes

erratiques est subtile, et tout au plus justifiable par des raisons accessibles aux seuls géologues? Nous répondrons que la topographie seule fait ressortir, avec la plus grande évidence, la différence des surfaces occupées par les deux nappes. La retraite des dernières glaces est de date si récente, qu'on dirait que c'est d'hier seulement qu'elles ont quitté le pays. Partout où elles ont passé règnent les caractères de ce qu'on a justement appelé le *paysage morainique*, c'est-à-dire que l'aspect du sol est exactement celui des contrées où s'effectuent, de nos jours, les oscillations de l'extrémité libre des glaciers. Ce ne sont partout que rochers mis à nu, aux formes arrondies et *moutonnées*, portant des incisions et des rayures. Ces rochers sont parsemés de blocs erratiques et laissent entre eux des creux de faible profondeur, donnant naissance à de nombreux lacs aux contours capricieusement découpés, s'anastomosant les uns dans les autres, et qui tendent à se combler avec de la tourbe. Là où le terrain erratique offre une certaine épaisseur (on en compte parfois jusqu'à deux cents mètres), étant formé par les moraines frontales des anciens glaciers, on observe que sa surface est irrégulièrement mamelonnée comme celle d'une dune, et qu'elle abonde en cavités ou entonnoirs de dimensions minimes, remplies d'eau quand le terrain est imperméable. Ces *chaudières* ou *kettles*, comme les appellent les Américains, s'expliquent sans peine par les oscillations répétées des anciens lobes glaciaires. Rarement, lors de deux phases successives d'avancement, la moraine frontale se reformait à la même place. La moraine d'aujourd'hui devait continuellement interférer avec celle de la veille, barrant les sillons qui s'étaient dessinés dans celle-ci, et faisant naître une cavité privée d'écoulement.

Si ce terrain capricieusement accidenté avait été livré, pendant un temps suffisant, à l'action des puissances atmosphériques, ses inégalités eussent été aplanies; l'eau courante aurait fini par y tracer des rigoles, se réunissant

en lits réguliers et à pente continue. Mais les quelques milliers d'années qui nous séparent de la dernière retraite des glaces ont été loin de suffire à l'accomplissement de ce travail, et aucun régime hydrographique défini n'a encore eu le temps de s'établir sur le terrain fraîchement abandonné. De là vient que la Norvège, la Suède, la Finlande, même la Poméranie et le Brandebourg, abondent en cavités lacustres dentelées, aux bords à peine saillants ; si bien que l'une des provinces finlandaises a mérité de s'appeler « le pays des mille lacs ».

Or cet aspect si caractéristique cesse absolument, en Russie, au delà de la Finlande, de même qu'en Allemagne on le chercherait vainement sur la bande erratique ancienne qui longe la Bohême et la Lusace. C'est pourtant bien le même terrain que dans le nord, partout formé d'*argile à blocaux (boulder-clay* des Anglais), c'est-à-dire d'un limon tenace où gisent, sans ordre, des pierres le plus souvent anguleuses, toutes de provenance septentrionale, et à l'arrangement desquelles la pesanteur n'a pris aucune part. La différence d'aspect vient seulement de ce que l'erratique ancien, sur lequel ont passé successivement la dernière phase interglaciaire, la troisième invasion glaciaire, enfin les temps historiques, a vu s'atrophier peu à peu, sous l'effort de la pluie et des eaux courantes, les caractères originels de sa surface.

Ce criterium une fois admis, on peut constater que les limites extrêmes des deux nappes erratiques diffèrent de plus en plus à *mesure qu'on s'éloigne de l'Atlantique*, comme si la cause, qui toujours agissait de ce côté, avait été, lors de la dernière invasion, moins propre à étendre au loin son action.

L'influence du voisinage de l'Atlantique ne se traduit pas seulement dans le nord de l'Europe ; on la peut constater encore dans les Pyrénées et dans les Alpes. De nos jours, c'est un fait connu que, dans ces deux massifs, la limite des neiges persistantes est sensiblement plus

basse à l'ouest qu'à l'est, ce qui prouve que l'alimentation en vapeur d'eau se fait surtout par le côté tourné vers l'Océan. Or les observations de M. Penck ont établi que, lors de la grande invasion glaciaire, la limite des neiges alpines et pyrénéennes, abaissée en moyenne de près d'un millier de mètres, était, *comme aujourd'hui et dans la même mesure, plus basse du côté atlantique.*

Passons maintenant en Amérique. Nous y trouverons les mêmes enseignements. C'est par erreur que la carte des anciens dépôts glaciaires, insérée dans la nouvelle édition de l'*Atlas physique de Berghaus* (section géologique), figure la limite inférieure du drift comme franchissant à angle droit la chaîne des Montagnes Rocheuses, pour aboutir à l'île de Vancouver, après avoir suivi un cercle de latitude. Le véritable drift dessine une ligne circulaire autour du centre du bassin du Saint-Laurent. Cette ligne, à partir des sources du Missouri, remonte vers le nord-ouest et n'empiète pas sur l'Alaska. Ce qui a donné naissance à l'erreur signalée plus haut, c'est qu'à l'époque de la dispersion du drift américain, de grands massifs de glaciers descendaient aussi, pour leur compte, de la partie colombienne des Montagnes Rocheuses. L'un d'eux était de dimensions colossales. M. Dawson en a reconstitué les contours, dessinant une ellipse de 2000 kilomètres de grand axe, dont la partie centrale servait de point de départ commun à des lobes glaciaires qui divergeaient dans tous les sens. Ceux de l'est semaient leurs moraines tout près de la limite du drift laurentien, mais sans qu'il y eût confusion entre les deux dépôts, celui qui venait des montagnes demeurant aussi distinct de l'autre que les anciennes moraines alpines pouvaient l'être de l'erratique scandinave.

Ainsi, malgré l'altitude considérable des Montagnes Rocheuses, malgré le développement remarquable qu'affectent de nos jours les merveilleux glaciers de l'Alaska, ce territoire n'était pas envahi par le grand drift septen-

trional. Celui-ci dessinait, autour d'un centre atlantique, un demi-cercle, exactement symétrique du demi-cercle européen.

L'Amérique porte, comme l'Europe, la trace de deux invasions glaciaires, contemporaines des deux dernières phases d'extension des glaces scandinaves. Là aussi, les lacs innombrables et les chaudières ou petites cavités sans écoulement du paysage morainique n'apparaissent que sur les dépôts dus à la dernière extension. En avant de la ligne où celle-ci s'est arrêtée, il y a bien encore une bande de drift plus ancien. Mais ce drift est *atténué,* selon l'expression des Américains. Les matériaux qui le composent trahissent, par leur altération, l'action prolongée de l'atmosphère ; la surface n'en est plus indécise et les eaux y trouvent un écoulement régulier. C'est même grâce aux observations des géologues de l'Union, en particulier de M. R. Salisbury, que ce précieux criterium de l'âge, fondé sur l'état topographique du drift, a été acquis à la science.

Cela posé, plus on s'éloigne de l'Atlantique, plus les limites extrêmes des deux nappes de drift tendent à s'écarter l'une de l'autre. Près du Missouri, leur distance atteint 500 kilomètres, tandis que, dans le New-Jersey, elle est si faible qu'on a cru longtemps qu'en ce point les deux lignes se confondaient. Ce n'est que tout récemment qu'on a découvert, dans cet État, d'anciennes traces glaciaires à 25 kilomètres en avant de la limite du drift le plus récent. En résumé, en Amérique comme en Europe, le grand phénomène glaciaire paraît subordonné à une cause dont le siège eût été au centre de l'Atlantique, et dont la seconde manifestation aurait eu un rayon d'influence moins étendu que celui de la première.

A ces arguments d'ordre positif, qui montrent qu'une relation géographique très étroite a dû exister entre la géographie atlantique et les états glaciaires de notre hémisphère, on en peut ajouter un autre qui, pour être d'ordre négatif, n'en est pas moins probant.

L'Himalaya est, dans son relief actuel, du même âge que les Alpes. Sans doute il occupe une zone plus méridionale ; mais sa hauteur moyenne est au moins double de celle de la chaîne alpine, et cela suffit pour contrebalancer l'influence d'une latitude plus favorisée. Si donc un refroidissement général avait présidé au développement des glaces sur notre hémisphère, la chaîne asiatique aurait dû être, à cet égard, aussi bien partagée que les Alpes. On sait cependant que les anciennes traces glaciaires font presque entièrement défaut dans le massif indien, et cette constatation n'est pas un des moindres sujets d'étonnement qui se soient offerts aux géologues, quand ils ont abordé l'étude de la chaîne.

A la vérité on peut prétendre que le climat de la région, avec les pluies torrentielles qui s'y abattent, a dû faire disparaître, sur les rochers, les stries et les rayures caractéristiques du passage de la glace. Mais cette action eût été impuissante à oblitérer entièrement les anciens dépôts morainiques, dont une partie au moins devrait subsister. L'extrême rareté de ces traces autorise pleinement à croire que l'action glaciaire a été autrefois beaucoup moins énergique dans l'Himalaya que dans les Alpes. Et puisqu'une raison géographique peut seule expliquer une telle différence, nous admettrons volontiers qu'il en faille chercher la cause dans ce fait, que le massif himalayen, surgissant au voisinage d'une mer qui avait reçu depuis longtemps sa configuration essentielle, n'a pas eu à compter avec les événements dont l'Atlantique septentrional était alors le théâtre.

C'est de ces événements qu'il convient maintenant de nous occuper, d'abord pour en établir la réalité, seulement soupçonnée jusqu'ici, ensuite pour en définir, s'il est possible, le caractère et la portée.

La géologie nous apprend à reconstituer, aux diverses époques de l'histoire terrestre, les rivages des continents,

et l'étude des fossiles fournit des lumières, parfois très nettes, sur le régime des mers où se sont déposés les sédiments qui renferment ces restes organiques. Il n'est pas jusqu'aux courants marins, cette chose si fugitive, dont on ne parvienne quelquefois à marquer la trace, en suivant de véritables traînées où s'alignent les dépouilles d'animaux nageurs, qui n'ont pu arriver dans certains parages qu'à la faveur de courants nouvellement établis. Chaque jour les informations de ce genre gagnent en nombre et en précision, en même temps qu'elles s'étendent en surface dans tous les pays du monde. Aussi les vicissitudes de la géographie à travers les âges commencent-elles à être connues dans leurs grands traits, et le jour ne paraît pas éloigné où il ne sera plus téméraire de vouloir dessiner la forme des continents, voire même l'allure générale de leur relief, pour une série d'époques géologiques successives.

En attendant, c'est déjà un fait bien établi que la plus ancienne unité continentale était formée, dans l'hémisphère boréal, par une terre qui allait de la Finlande et même de la Sibérie jusqu'à l'extrémité du Canada, en traversant l'espace aujourd'hui occupé par l'Atlantique nord. C'est contre cette terre que sont venus s'accumuler, en Écosse et en Scandinavie, les dépôts littoraux, au grain grossier, de la plus ancienne époque sédimentaire, l'époque *cambrienne*. Plus tard, une ride montagneuse a élargi vers le sud cette terre boréale, fixant le rivage au pied duquel se sont entassés les sédiments côtiers du *vieux grès rouge* écossais. Un nouveau progrès du continent a rejeté la mer dans le sud, et les grands deltas de l'époque houillère sont venus former, contre le littoral, de l'Irlande à la Russie par l'Angleterre, la Belgique, la Westphalie et la Silésie, une longue bande qui, chose assez curieuse, coïncide assez bien avec la limite méridionale du terrain erratique. Cette même bande se retrouve en Amérique, notamment dans la Pensylvanie, et au lieu de remonter

avec le bord actuel de l'Atlantique, elle se dirige plutôt vers l'Irlande, comme si, dans l'origine, il y avait eu continuité entre tous ces dépôts côtiers, ce qui impliquerait l'existence d'une terre à la place de l'Atlantique septentrional. D'ailleurs, la presque identité des flores houillères, en Europe comme en Amérique, ne permet pas de mettre en doute la liaison primitive des deux territoires.

L'hypothèse est d'autant mieux justifiée qu'il n'existe, sur le rivage oriental des États-Unis, aucun dépôt marin de l'âge du trias, du jurassique ou du crétacé inférieur. La même absence se remarque sur la côte ouest de la Grande-Bretagne. Au rebours de ce qui se passe aujourd'hui, l'Atlantique était alors occupé par une grande terre, à l'est de laquelle les mers secondaires, plus ou moins morcelées par des îles, recouvraient ce qui forme maintenant la majeure partie de l'Europe. L'Écosse, l'Irlande, le pays de Cornouailles, la péninsule armoricaine, la Galice avec une partie du Portugal, offrent une similitude de constitution géologique qui doit les faire considérer comme des lambeaux de l'ancienne terre, uniquement formée par les schistes cristallins de la primitive écorce et par les sédiments, ultérieurement plissés, des temps primaires. Ce sont, à proprement parler, des ruines, en voie de démolition complète, et dont les vagues font chaque jour tomber quelque morceau. Témoins les îles anglo-normandes, autrefois réunies au Cotentin, et les fragments dispersés, sous forme d'îles, sur les côtes du Finistère et du Morbihan. On sait aussi qu'au début des temps crétacés, un fleuve considérable, dont l'estuaire était situé sur l'emplacement de la Tamise, versait dans la mer anglo-germanique des alluvions dites *wealdiennes,* hantées par de gigantesques dinosauriens, tels que les iguanodons. Ce fleuve ne pouvait venir que de l'ouest. Donc le continent était de ce côté.

Ce n'est pas à dire que la terre atlantique dût former un massif ininterrompu. Des brèches plus ou moins larges

pouvaient s'y ouvrir de temps à autre, comme celle qui, à l'époque jurassique, permettait aux eaux marines quelques incursions entre l'Écosse et l'Irlande, ou encore le chenal qui, dans le même temps, établissait une certaine communauté de régime entre le bassin anglais et la côte méridionale du Portugal. Mais, dans la partie centrale, la probabilité de semblables ouvertures n'est appuyée sur aucun fait d'observation, et il est grandement à croire que la mer secondaire n'avait pas accès entre Terre-Neuve et l'Islande.

A quelle époque remonte la disparition du continent nord-atlantique? C'est probablement à la fin de la période miocène, c'est-à-dire juste au moment où se prononçaient les grandes convulsions alpines. En effet, les conchyliologistes ont été depuis longtemps frappés de l'identité que présentent certains fossiles des Antilles avec ceux du bassin de la Méditerranée. Du temps où le bassin de Paris se comblait avec de la craie blanche, les mers provençales, italiennes et pyrénéennes voyaient se développer près de leurs bords une très curieuse famille d'animaux, celle des hippurites, dont les épaisses coquilles formaient, par leur entassement, de véritables récifs, non sans analogie avec les constructions coralliennes. Or les hippurites, totalement absentes des mers du nord, se retrouvent au Texas ainsi que dans les Antilles, et la nature de ces êtres interdit d'admettre qu'ils aient pu se propager à travers de grands espaces maritimes.

Cette similitude de faunes marines indigènes s'est poursuivie jusque vers la fin de l'ère tertiaire. Au moment où de vrais récifs de polypiers, protégés contre les courants du nord par un premier essai de chaîne alpine, parvenaient encore à se construire en plein Vicentin, à Castel-Gomberto, les mêmes espèces de coraux qui florissaient dans ces parages existaient aussi à Saint-Barthélemy, à la Jamaïque et à Cuba. Le même calcaire à orbitoïdes prenait naissance à la fois à Malte et à Antigua. Plus tard,

juste à l'heure de la surrection des Alpes, Haïti et la Jamaïque étaient le siège de la formation d'un calcaire blanc, identique par sa nature comme par ses fossiles avec le calcaire marin supérieur de l'île de Malte. De tels faits réclament impérieusement la possibilité d'une migratiou de proche en proche. Aussi les géologues les plus autorisés, en particulier M. Suess (1), ne doutent-ils pas que, lors du miocène supérieur, il n'ait existé, entre la Méditerranée et les Antilles, sinon une terre continue, tout au moins une chaîne d'îles très rapprochées les unes des autres. Des traces positives de cette communication se retrouveraient même à Santa Maria des Açores.

Enfin c'est aussi un fait très remarquable que, jusqu'à l'approche de la grande surrection alpine, c'est-à-dire pendant l'époque *helvétienne*, celle qui a vu la mer jeter des *faluns* coquilliers sur la Touraine et déposer en Suisse la *mollasse* marine de Berne, la faune des mers du Sud de l'Europe n'ait jamais manifesté la moindre accointance septentrionale. Cependant l'Aquitaine formait un golfe librement ouvert à l'ouest. De plus, le détroit bétique existait alors, et s'il avait pu communiquer librement avec l'Atlantique nord, un échange d'espèces n'eût guère manqué de se produire. Au contraire, les mollusques helvétiens dénotent une faune de mers chaudes. La même conclusion découle encore de l'abondance avec laquelle se développaient, jusque dans les eaux hongroises, les petites algues calcaires, comme celles qui ont engendré le calcaire de la Leitha. Donc, ou bien il existait une barrière continentale entre les mers du nord et celles du sud, ou du moins les deux régions marines devaient être séparées par un seuil assez élevé pour empêcher l'échange des courants.

La première apparition d'une faune froide s'est manifestée, en Aquitaine comme dans la Méditerranée, avec la

(1) *Antlitz der Erde*, I, p. 368.

fin de l'époque miocène. Elle est marquée par l'invasion d'une multitude de pleurotomes, dont on retrouve les restes dans le bassin de l'Adour, à Saubrigues, et mieux encore près de Tortone, en Italie, d'où le nom de *tortonien* donné à l'étage qui les contient. Ces mollusques sont accompagnés de beaucoup d'autres, qui n'ont plus du tout le caractère tropical, ou tout au moins subtropical, des espèces précédentes. D'ailleurs ce n'est pas un refroidissement de la région qui a déterminé cette invasion. Elle est exclusivement l'œuvre des courants. En effet, comme l'a montré M. Munier-Chalmas, il existe en Hongrie des points où la faune chaude de l'époque précédente a parfaitement réussi à se maintenir, à côté de parages où se montre la faune tortonienne bien connue de Baden. C'est donc un afflux d'eaux moins chaudes qui a produit ce mélange, et comme on en peut suivre la trace, par Tortone, l'Espagne méridionale et Saubrigues, jusque sur la côte de l'Aquitaine, l'origine de cet afflux ne saurait être douteuse. Ainsi, dès ce moment, la cohésion de la terre atlantique devait être assez entamée pour qu'elle livrât passage à des courants originaires du nord.

D'ailleurs, comment douter des progrès de ce morcellement, lorsqu'on voit que, pendant presque toute la fin de l'ère tertiaire, l'Europe occidentale et méridionale n'a cessé d'être en convulsions ? Pendant qu'une formidable poussée dresse dans les airs les plis compliqués des Alpes et ceux du Jura, les districts depuis longtemps consolidés se brisent, et les compartiments qui en résultent jouent les uns par rapport aux autres. Par les fractures qui les limitent, de grandes coulées de lave s'épanchent au dehors ; tels les basaltes d'Auvergne, mais surtout les immenses nappes basaltiques qui s'échappent alors en Irlande, en Écosse, aux Orcades, en Islande, au Groenland. Ces coulées, dont l'épaisseur atteint par endroits 2000 mètres, attestent l'état de fendillement de la terre ferme, dans cette région qui s'écroulait, comme par une sorte de com-

pensation du soulèvement alpin. Plus d'une fracture subordonnée à ce système se laisse clairement voir dans les dépressions, si étrangement rectilignes, qui traversent le territoire des *lochs* écossais, et le long desquelles il se produit encore d'assez fréquents tremblements de terre.

Ainsi se préparait l'ordre géographique nouveau. En effet, quand sont venus les temps pliocènes, et que le détroit de Gibraltar a restitué à la Méditerranée la communication océanique qu'elle avait momentanément perdue après l'invasion tortonienne, ce ne sont plus seulement des espèces de mers froides, c'est une faune *franchement arctique* qui trouve accès jusque sur les côtes de la Toscane, du Piémont et de la Sicile. La cyprine d'Islande, le buccin du Groenland, la mye tronquée, etc., s'installent dans des parages qui n'avaient jamais reçu pareille visite, et où la plupart persisteront jusqu'au début des temps quaternaires. A ce moment donc, la route est libre entre les mers boréales et le midi, c'est-à-dire que l'Atlantique est définitivement ouvert. De part et d'autre, comme pour mieux affirmer la continuité primitive, on voit se dessiner deux territoires parfaitement symétriques, et de constitution géologique identique : à gauche les régions laurentiennes, avec la baie d'Hudson au milieu ; à droite les pays scandinaves, interrompus en leur centre par la Baltique (1). Mais le lien continental qui les avait si longtemps unis est rompu pour toujours, et les vagues marines, s'acharnant après ses lambeaux, les auront bientôt éparpillés au fond de l'Océan. Rien n'empêchera plus les mollusques des mers boréales de cheminer du nord au sud, de proche en proche, le long des côtes de l'Amérique ou de l'Europe. Si, postérieurement aux premiers temps glaciaires, on ne doit plus voir se renouveler, dans la Méditerranée, l'invasion des types franchement arctiques, c'est que sans doute il se sera produit, dans le seuil du détroit de Gibraltar,

(1) C'est M. Suess qui a mis en lumière cette remarquable symétrie.

une surélévation capable de barrer le chemin à des animaux confinés dans les grandes profondeurs, les seules où règne la température qui leur convient.

Nous admettrons donc comme démontré que l'ouverture d'une large brèche au milieu de l'ancien continent boréal a été l'événement capital de la fin des temps tertiaires. On peut se demander même s'il n'est pas permis d'invoquer, comme confirmation de cette manière de voir, la constitution particulière du fond de la mer dans la partie septentrionale de l'Atlantique. Depuis Terre-Neuve jusqu'en Écosse, la drague ramène presque exclusivement des vases détritiques, alors que, dans le reste des océans, les vases ne forment qu'un mince ruban contre le littoral. Le seuil Wyville-Thomson, dont les sondages ont révélé l'existence dans l'Atlantique nord, est formé, à la surface, par une véritable digue de pierres. Les glaces flottantes, par la petite quantité de boue et de cailloux qu'elles charrient, se sauraient être l'agent d'une aussi universelle dissémination. Il nous paraît beaucoup plus naturel de regarder ces dépôts comme les derniers débris des terres disparues, accumulés sur la place même où celles-ci se dressaient autrefois.

Il reste à voir comment l'ouverture de l'Atlantique a pu, en influant sur la direction des courants d'air, ainsi que sur leur richesse en humidité, déterminer des précipitations atmosphériques d'une abondance extraordinaire.

En premier lieu, il est de toute évidence que la création de l'Atlantique nord a permis l'arrivée facile, dans les parages septentrionaux, de masses d'air venant du sud-ouest et apportant, des régions tropicales, une dose d'humidité que la température moyenne de l'Europe et des États-Unis ne leur permettait pas de conserver.

Cependant cette explication ne saurait suffire; car s'il y fallait trouver la seule cause du régime glaciaire, il n'y aurait pas de raisons pour que ce régime ne persistât pas

encore aujourd'hui. C'est donc dans une série plus compliquée d'événements qu'on doit chercher le principe de l'exagération qui, à plusieurs reprises, a marqué le début des conditions nouvelles.

On sait que la cause déterminante des vents réside dans les différences qui s'établissent entre les températures des colonnes d'air voisines, l'air chaud, plus léger, tendant toujours à s'élever, et créant ainsi un vide que l'air froid vient combler. Or la différence de température dépend, en grande partie, des circonstances géographiques ambiantes. Dans la zone tempérée froide, la terre ferme, par la neige dont elle se couvre en hiver, refroidit l'atmosphère et détermine, en cette saison, l'établissement d'un centre de pression barométrique. Au même moment, la mer, qui ne gèle pas, supporte une colonne d'air moins froide et par conséquent moins lourde. En été, l'échauffement de la terre ferme par le soleil fait que les circonstances sont absolument renversées. De là, dans la direction des vents dominants, un changement complet d'une saison à l'autre. Chacune d'elles comportant un régime barométrique distinct, quand il faut que le régime d'été succède à celui d'hiver, un tel renversement ne peut se faire ni d'un seul coup, ni sans trouble ; de là, sans doute, ces grandes perturbations atmosphériques, qui marquent toujours le passage des équinoxes.

Or si la transition des saisons suffit pour provoquer des tempêtes, pendant lesquelles on voit souvent s'accomplir une très grosse fraction de la chute annuelle de pluie dans une contrée donnée, il est naturel de penser que l'écroulement des terres atlantiques, se produisant par saccades, a dû amener, à plusieurs reprises, de véritables périodes de tempêtes. Les compartiments, avant leur effondrement définitif, devaient souvent basculer en se relevant d'un côté, ce qui produisait, par le fréquent échange des terres et des eaux, une perpétuelle instabilité du régime barométrique. Ajoutons qu'à cette occasion les mers boréales,

si longtemps isolées de l'équateur, entraient en jeu à leur tour, et amenaient pour la première fois, dans les latitudes tempérées, de puissants courants froids et des convois de glaces flottantes, bien propres, à eux seuls, à provoquer des ruptures d'équilibre.

D'un autre côté, le relief des continents est aussi un facteur de grande importance dans la production des pluies et des neiges. Une chaîne de hauteurs n'est pas seulement, par son altitude, une cause de refroidissement et par conséquent de condensation pour les vents humides. Elle agit dans le même sens par l'obstacle qu'elle oppose aux courants d'air, en les forçant à s'élever, ce qui comporte une raréfaction, toujours accompagnée de perte de chaleur.

Assurément il est aujourd'hui fort difficile de dire ce que pouvait être, avant l'écroulement, le relief des terres atlantiques et de leurs abords ; mais que ce relief ait dû plus d'une fois varier, cela ne fait guère de doute. Un continent qui va s'effondrer subit, à bien des reprises, des mouvements en sens contraires, comme la géologie nous en fournit mainte preuve. Ainsi le détroit de Gibraltar s'est ouvert juste dans l'axe d'une chaîne qui, après l'époque tortonienne, avait surgi entre le plateau espagnol et l'Afrique : chaîne dont il ne reste plus que les deux versants, c'est-à-dire la Cordillère bétique, d'un côté, les montagnes du Maroc, de l'autre. Ainsi encore, les fosses profondes de la Méditerranée occupent la place des cuvettes presque asséchées de la fin du miocène.

Il est donc à croire que la disparition des terres boréales a été interrompue par une série d'exhaussements locaux et momentanés. De plus, il est à remarquer que l'Écosse et la Scandinavie sont des continents extrêmement anciens, dont la constitution était achevée bien avant l'aurore des temps secondaires. Les montagnes qui les accidentaient ont eu, en vertu du jeu inévitable de l'érosion par les eaux courantes, tout le temps d'être rabotées

jusqu'à la base, et si la surface de ces pays était restée immobile, elle devrait être aplanie jusqu'au niveau de la mer. Le relief encore très sensible des Highlands et celui, plus sensible encore, des monts scandinaves, témoignent invinciblement en faveur de mouvements de date assez récente, et qui se rattacheraient sans peine à l'ouverture de l'Atlantique nord.

Par une heureuse coïncidence, nous pouvons aussi invoquer, en ce qui concerne l'Amérique, un récent travail de M. Davis sur les Apalaches. L'auteur y établit que cette chaîne, très ancienne dans son dessin primitif, puisqu'elle date de la fin de l'ère primaire, a été, à plusieurs reprises, tour à tour rabotée et reconstituée par de nouveaux mouvements. Son relief avait disparu lors des derniers temps tertiaires, quand survinrent des dislocations, parallèles à la côte atlantique, qui firent jouer le terrain suivant une série de bandes. Ces bandes s'inclinèrent le long des cassures qui les limitaient, pour se relever dans le sens opposé, formant une suite de gradins penchés; et l'érosion, accentuant cette disposition, réussit à donner au terrain l'aspect de rides montagneuses parallèles. De là vient que, malgré leur vieillesse, les Apalaches gardent l'apparence d'une chaîne, grâce au jeu mutuel de compartiments successifs au bord d'une zone écroulée.

On le voit, l'hypothèse que nous proposons est une sorte de résurrection scientifique de la conception de l'Atlantide. Cette tradition, recueillie chez les peuples méditerranéens, est-elle, comme Buffon semble l'avoir cru, un écho lointain de la réalité, ou n'y doit-on voir qu'une vue de l'imagination, privée de toute base sérieuse? C'est une question à laquelle nous ne sommes pas en mesure de répondre. En tout cas, les rois puissants et les peuples guerriers, dont nos ancêtres se plaisaient à rattacher le souvenir à celui de la terre disparue, appartiendraient sans conteste à la pure fantaisie. Pour notre part, nous inclinerions plutôt à croire que l'écroulement

définitif de l'Atlantide a nettement précédé les temps historiques les plus anciens. Tout au plus chercherions-nous à placer, à l'aurore de cette dernière période, l'événement qui a mis fin au froid sec de l'âge du renne, lequel a succédé, comme on sait, à la dernière retraite des glaces.

C'est, en effet, un phénomène fort intéressant que cette apparition graduelle, sans soubresauts ni troubles, du régime doux et humide des tourbières, avec lequel se montre la civilisation du bronze et de la pierre polie. Pour l'expliquer, on peut, nous semble-t-il, faire appel à la formation tardive du gulfstream. L'ouverture de l'Atlantique nord n'a nullement dû suffire, à elle seule, pour faire naître ce puissant courant d'eau chaude. Nous avons dit ailleurs (1) comment l'origine du gulfstream, au lieu de dériver d'une cause générale, comme le croient quelques géographes, devait être cherchée, à notre sens, dans la forme toute particulière du bassin des Antilles. Les eaux, poussées dans cette mer par les vents alisés du nord-est, sont forcées de s'y accumuler, parce qu'elles rencontrent la barrière de l'Amérique centrale. Chauffées outre mesure dans cette chaudière d'évaporation où règne une température torride, elles acquièrent un excès de densité qui les oblige à chercher une issue. Une seule se présente : c'est l'étroit goulot de Bahama. Elles s'y précipitent avec violence, engendrant un véritable torrent d'eau chaude, dont la vitesse s'amortit assez vite, il est vrai, au milieu de l'Atlantique, mais qui n'en procure pas moins un grand adoucissement de climat à toute l'Europe occidentale et septentrionale. On le voit bien, sur les cartes météorologiques, à la façon si brusque dont toutes les courbes isothermes sont infléchies vers le nord dans l'axe de ce courant.

Or, d'un côté, il est certain que la surrection de l'isthme de Panama n'est nullement d'ancienne date, et on peut

(1) Voir notre *Traité de Géologie*.

penser que, lors des temps glaciaires, cet obstacle n'existait pas, de telle sorte que les eaux de la mer des Antilles passaient librement dans le Pacifique. D'autre part, des preuves paléontologiques indiscutables, fondées sur des découvertes de débris d'animaux terrestres, établissent que la Floride a été longtemps unie aux Antilles. Le détroit de Bahama est donc de date moderne. Par suite, il n'est pas défendu de supposer que l'établissement du gulf-stream, survenant dès l'aurore des temps actuels, a mis fin à la période froide et sèche qui avait succédé à la dernière phase glaciaire, en faisant prédominer, dans nos contrées, une douceur de régime à laquelle la latitude seule ne leur donnait aucun droit.

Dans tout ce qui précède, il n'a été question que de l'hémisphère boréal. On ne doit pas oublier cependant que des traces d'anciens glaciers ont été signalées le long de la Cordillère américaine, depuis la Bolivie jusqu'en Patagonie. M. Steinmann, qui a étudié ces traces, croit que les phénomènes glaciaires de l'Amérique du Sud ont été exactement contemporains de ceux de l'hémisphère boréal. ce qui, pour le dire en passant, suffirait à exclure toute cause astronomique; car autrement les états glaciaires auraient alterné d'un hémisphère à l'autre. Le limon, si abondamment répandu dans les Pampas argentines, alors que le bassin des Amazones en est dépourvu, atteste un ruissellement intense dans les basses latitudes de l'Amérique méridionale. Nos connaissances géologiques sur ces pays sont encore trop imparfaites pour qu'on puisse formuler des conclusions définitives. Cependant nous ne pouvons nous empêcher de rappeler que, sans être aussi récent que l'Atlantique nord, l'Atlantique sud ne remonte pas non plus à une haute antiquité. Il n'existait certainement pas lors des premiers temps secondaires, quand le Brésil était uni à l'Afrique australe et à l'Inde, formant une grande terre où se développait une flore tout à fait étrangère à celle de l'Eurasie. Si une brèche s'y était

ouverte à l'époque tertiaire, elle devait être assez peu praticable pour que les faunes marines de l'Europe pussent pénétrer en Patagonie. De la sorte, il nous paraît très admissible que l'ouverture définitive de cette partie de l'Atlantique ait été en rapport avec les phénomènes de ruissellement qui engendraient, du même coup, les glaciers de la Cordillère et le limon des Pampas.

Disons enfin que si, de part et d'autre du Pacifique septentrional, on n'observe pas de calotte erratique, coordonnée à l'axe de cet océan comme la calotte laurentienne et scandinave est coordonnée à l'Atlantique nord, cela tient, vraisemblablement, à ce que le Pacifique n'a pas été le théâtre d'écroulements récents. Ce n'est d'ailleurs pas une hypothèse. Les observations géologiques ont établi que le dessin général du Pacifique était fixé au moins à l'époque des houilles. C'est donc, par excellence, l'ancien océan, et sans nier qu'il ait éprouvé quelques changements à travers les âges, sa stabilité géologique contraste, d'une façon absolue, avec les vicissitudes de la région atlantique.

Insister davantage nous paraîtrait hors de saison. Nous avons émis une hypothèse, dont il convenait d'établir la vraisemblance. Mais le moment n'est pas venu d'en discuter les détails, et il serait prématuré de vouloir mettre, dans cette discussion, une précision que le sujet ne comporte pas encore. Il nous suffit d'avoir montré qu'en face de l'impuissance notoire de toutes les explications jusqu'ici proposées, l'hypothèse de l'écroulement atlantique, sans faire appel à des influences extraordinaires, sans rejeter dans un passé fantastique la date de la dernière invasion glaciaire, fournit de l'ensemble du phénomène une justification adéquate. Elle rend compte de sa très remarquable localisation géographique, explique, au moins en principe, l'alternative des phases glaciaires et des époques interglaciaires, comme aussi l'absence de toute manifestation de

ce genre dans des régions où une cause extérieure au globe n'eût pas manqué d'en faire naître. Enfin, pour obtenir ce résultat, elle n'a besoin que de faire intervenir une succession d'événements absolument réels, et qui, pour être récemment acquis à sa science, n'en méritent pas pour cela moins de considération. Imaginer que les régions riveraines de l'Atlantique doivent leurs anciens états glaciaires à une cause de même nature, aux proportions près, que celle qui détermine aujourd'hui le cas si particulier du Groenland, telle est l'idée-maîtresse de notre thèse. A l'avenir de décider si quelque conception plus plausible doit lui être substituée.

A. de Lapparent.

LA

TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX

DANS L'ORGANISME

ÉCHEC INFLIGÉ AUX ANCIENNES THÉORIES

A quoi bon nous parler encore du mode de transmission de l'influx nerveux dans l'organisme, se dira peut-être un lecteur qui, sans se vouer exclusivement aux questions physiologiques, est familier cependant avec les travaux de haute vulgarisation parus, il y a quelque dix ans, sur les influences réciproques des organes périphériques et des centres nerveux ? Qu'il y ait de petits détails de transmission encore peu élucidés, soit ; mais les grandes lignes de la théorie des nerfs semblent tracées depuis longtemps. Les impressions sensibles vont des organes des sens aux centres nerveux par les fibres centripètes ; les fibres centrifuges transportent au contraire les impressions motrices, nées dans l'encéphale ou la moelle, jusqu'aux fibres musculaires qui se contractent. Les actions réflexes proviennent de l'action exercée par la cellule sensitive, qui reçoit l'impression centripète, sur

la cellule motrice d'où part l'impression centrifuge. Dans les mouvements réflexes plus compliqués, tels que le mouvement de nage d'une grenouille décapitée, tout se réduit à des irradiations de l'influx nerveux entre des cellules nerveuses plus ou moins éloignées. La volonté enfin commande à l'organisme par l'intermédiaire des cellules cérébrales et des fibres centrifuges.

Rien à redire à cet exposé, si l'on peut comparer les centres nerveux et les organes périphériques à des postes télégraphiques, et les fibres nerveuses à des fils courant sans interruption entre les stations extrêmes.

Cette assimilation est-elle exacte ? Les traités de physiologie, même les plus récents, semblent répondre que oui. Mais à côté de la physiologie qui étudie les fonctions, il y a l'histologie qui étudie les tissus de l'organisme. Les fonctions supposent des tissus appropriés. La question est de savoir si les hypothèses émises par les physiologistes ont toujours été confirmées par les observations des histologistes. En d'autres termes, les trois éléments qui concourent à l'action nerveuse, la cellule centrale, la fibre nerveuse, l'élément périphérique, jouissent-ils de propriétés capables de satisfaire aux théories actuellement en cours parmi les physiologistes ? N'y a-t-il pas eu, même chez les histologistes, une tendance à substituer des hypothèses, plausibles il est vrai, à la stricte constatation de la réalité ? N'a-t-on pas suppléé par des conjectures aux lacunes de l'observation microscopique ?

Les hypothèses elles-mêmes présentaient des difficultés et certaines apparences de contradiction, qui devaient éveiller les soupçons. La netteté des images cérébrales n'était-elle point, par exemple, un peu compromise par la faculté qu'on accordait aux cellules du cerveau de réagir les unes sur les autres par leurs nombreux fils de raccordement ? Si des postes télégraphiques, au lieu d'être unis exclusivement deux à deux, sont en communication constante avec tous les postes voisins, les dépêches échan-

gées ne risquent-elles pas de s'enchevêtrer et de produire une déplorable confusion? Figurez-vous le désordre qui régnerait dans les communications, si le bureau central du téléphone, à un moment donné, reliait entre eux tous les abonnés. Demandes, réponses, interrogations, nouvelles, félicitations, compliments de condoléance, tout se mêlerait dans le plus impénétrable des chaos. Y a-t-il peut-être dans le système nerveux des appareils Van Rysselberghe permettant aux influx nerveux différents de cheminer sur la même ligne sans se troubler?

Je le veux bien, les faits constatés par le physiologiste ne le cèdent point en certitude aux observations de l'histologiste. Mais l'interprétation des faits par tel ou tel mécanisme particulier reste défectueuse dans le cas même où ce mécanisme hypothétique rend raison de tous les phénomènes observés, tant que son existence n'est pas constatée. Dans les sciences naturelles, le tout n'est pas de savoir par quel moyen on pourrait arriver à un résultat donné, mais si tel est le moyen employé par la nature.

Rien de plus instructif pour l'étude du mécanisme de la transmission nerveuse que l'histoire même des théories successivement en vogue dans la science depuis un demi-siècle. Raconter cette histoire, c'est le meilleur moyen de se rendre compte des difficultés qu'oppose le système nerveux à l'investigation scientifique et des procédés mis en œuvre par les observateurs pour analyser la constitution des fibres nerveuses et de leurs terminaisons centrales et périphériques.

Nous ne pouvons étudier en ces quelques pages les vues particulières émises sur ce sujet par chacun des physiologistes qui se sont succédé depuis le milieu de ce siècle. Mais il est des noms qui ont fait successivement autorité en physiologie et en histologie. On est sûr que leur opinion reflète parfaitement l'état de la science à leur époque. Reproduire leurs idées, c'est faire connaître ce qu'il y avait de mieux établi au moment où ils écrivaient.

Jean Müller, l'illustre professeur d'anatomie et de physiologie de Berlin, s'était déjà fait une réputation de savant quand il publia les nombreuses éditions de son *Handbuch der Physiologie des Menschen.* La physiologie était alors de date trop récente pour se séparer de l'histologie, comme on est réduit à le faire actuellement après les rapides développements de ces deux branches des sciences biologiques. Le système nerveux est examiné par Müller non seulement dans sa fonction, mais aussi dans sa constitution intime. Il relate, dans son manuel, les observations déjà si multipliées de ses contemporains, et tout en utilisant ce fonds si abondant, il se rend parfaitement compte des lacunes qui restent encore à combler.

Müller décrit parfaitement les cordons nerveux et sait les dissocier en fibres primitives. Il connaît l'enveloppe médullaire graisseuse qui entoure les fibres blanches à double contour, les seules dont nous parlons ici. On avait vu également que ce manchon de *myéline* enveloppait un cylindre intérieur, mais que de difficultés pour apercevoir ce *cylindre-axe!* L'opérateur devait toujours compter sur la fortune, et des esprits chagrins allaient jusqu'à dire que le cylindre-axe était une illusion, un résultat artificiel de la préparation elle-même.

Les centres nerveux se partageaient, comme actuellement, en deux groupes : d'un côté, la moelle et l'encéphale, renfermés dans la cavité de la colonne vertébrale et du crâne ; de l'autre, les ganglions, appelés, les uns *spinaux* et situés dans les trous intervertébraux sur le trajet des racines postérieures des cordons nerveux, les autres *sympathiques*, distribués ceux-ci le long de la colonne vertébrale et sur différents points des viscères thoraciques et abdominaux.

Les ganglions contenaient des cellules nerveuses, des *globules ganglionnaires* suivant le langage de Müller. Ces globules portaient de nombreux prolongements.

La constitution de la moelle et de l'encéphale était beaucoup moins connue. On y avait cependant observé des globules analogues aux globules ganglionnaires.

Les terminaisons périphériques des nerfs avaient été étudiées. Deux modes de terminaison étaient admis, l'un par filaments détachés allant aboutir à des organes spéciaux, tels que les yeux à facettes des insectes ou les corpuscules du tact chez l'homme, l'autre par incurvations en forme d'anses qui reliaient deux fibres appartenant à un seul cordon ou même à deux cordons différents. C'était le mode le plus généralement admis pour les nerfs qui pénétraient dans les muscles. Müller fait cependant quelques réserves pour ces nerfs particuliers, sans trop s'insurger cependant contre l'opinion dominante. Mais il n'hésite pas à reconnaître la réalité des anses dans d'autres organes, l'organe auditif par exemple.

Admettre les terminaisons en anses, c'était admettre que les nerfs traversaient les organes périphériques sans contracter avec eux aucune connexion intime. Les nerfs pénétraient dans les organes, mais ils restaient isolés des éléments qui constituent les organes. Le système nerveux, du côté de la périphérie, formait un circuit fermé comme le système vasculaire. L'action réciproque des éléments périphériques et des fibres nerveuses devait donc se ramener à ce qu'on nomme, dans le langage des électriciens, l'induction par influence. C'est ainsi qu'un courant électrique agit sur un autre courant placé à distance; malgré l'espace qui les éloigne, ils sont cependant capables de se modifier mutuellement. Nous verrons que maintenant moins que jamais cette conception de l'influence nerveuse ne doit être rejetée de prime abord.

Il est bien vrai que dans le système de Müller tout ne se réduisait pas à des anses. Mais c'est bien certainement le mode auquel il fait allusion le plus fréquemment. Bien plus, dans les cas mêmes où la fibre nerveuse semblait se perdre dans l'organe périphérique, il ne semblait pas

impossible aux contemporains du physiologiste de Berlin qu'on eût affaire à une simple apparence. Ainsi, dans les corpuscules du tact, certains histologistes avaient cru apercevoir non seulement un filet d'entrée, mais aussi un filet de sortie. Quoi de plus naturel que d'admettre la présence d'une anse reliant les deux filets entre eux?

Si la physiologie se montrait hésitante pour les terminaisons périphériques des nerfs, elle paraissait moins rassurée encore sur leurs terminaisons centrales. Müller penche à croire que les fibres nerveuses vont rejoindre les cellules ganglionnaires ; il affirme même qu'il ne peut plus y avoir de « physique » du système nerveux si les cellules ne sont pas unies par leurs prolongements. Mais ce sont là des conceptions *à priori*. Il n'ose pas rejeter absolument les observations de Valentin, qui reliait les nerfs par des anses au centre comme à la périphérie, et considère comme une tâche réservée aux observateurs de l'avenir de décider si les prolongements des cellules se continuent réellement avec les tubes nerveux à double contour.

Hésitant, tâtonnant sur tant de points, il en est un sur lequel il se prononce catégoriquement : c'est l'isolement des fibres nerveuses. Sur tout leur parcours, jamais deux fibres nerveuses ne se réunissent, ne s'anastomosent entre elles. Il tient autant à l'isolement des fibres nerveuses qu'un électricien à l'isolement des fils électriques.

Dans son *Traité du venin de la vipère,* traité fameux parmi les connaisseurs, véritable trésor caché sous une modeste étiquette, Fontana le premier a affirmé l'indépendance mutuelle des fibres nerveuses primitives. Les cordons nerveux peuvent se diviser, se joindre, former des réseaux ; les fibres primitives, jamais. Quand deux cordons nerveux se rejoignent, ils forment un cordon plus gros par l'accolement de leurs fibres, mais jamais les fibres ne se fusionnent entre elles ; elles restent aussi indépendantes que quand elles étaient dans deux cordons distincts. Ce

sont des fils électriques réunis dans un même câble, mais aussi isolés dans la gaîne qui les renferme que quand ils parcouraient l'air à plusieurs lieues de distance.

Müller s'étudie à bien mettre en évidence cette propriété dont il reproche aux contemporains de Fontana de n'avoir pas senti toute la portée. Comment, dit-il, l'impression partie d'un point de la périphérie irait-elle affecter un seul point du cerveau ou réciproquement, si la fibre nerveuse ne restait pas isolée, si elle était capable de se fusionner ou de se ramifier? La correspondance point par point entre le cerveau et la périphérie est pour lui une condition indispensable de la physiologie nerveuse. Aussi bien qu'un microscope deviendrait inutile si les images qu'il produit ne répondaient pas point par point à la réalité, de même toute l'économie de l'appareil nerveux n'aurait plus de raison d'être si plusieurs points de la périphérie venaient se peindre en un même point du cerveau ou réciproquement. Car c'est par les images cérébrales que l'âme connaît les modifications périphériques, et c'est en exerçant son action sur cette cellule cérébrale qu'elle est à même d'impressionner tel point de la périphérie.

Déjà du temps de Müller, cependant, tout ne cadrait pas avec cette correspondance parfaite qu'on voulait établir entre la périphérie et le système nerveux central. Les deux branches de l'anse nerveuse, dans les cas où la terminaison se faisait en anse, se continuaient avec deux fibres différentes. Deux cellules du cerveau pouvaient donc se trouver en rapport avec un même organe périphérique.

Une interprétation avait surgi qui aurait pu concilier cette observation avec la théorie générale. L'une des branches de l'anse aurait été centripète, l'autre centrifuge. Grâce à cette opposition de fonction entre les deux branches de l'anse, aucun trouble n'était à craindre, soit dans les images sensitives, soit dans les impressions motrices. L'image ne pouvait aller se former qu'en un

point du cerveau, puisqu'il n'y avait qu'un seul nerf centripète, et deux points du cerveau ne pouvaient ébranler le même point de la périphérie, puisque celui-ci ne recevait qu'une fibre centrifuge.

Müller n'admet point de différence de nature entre les deux branches de l'anse ; mais comment cette anastomose de deux fibres nerveuses — car l'anse est une véritable anastomose — s'accorde-t-elle avec sa théorie générale de l'indépendance des fibres nerveuses, il ne l'explique pas.

Avançons maintenant d'un quart de siècle, et voyons quels progrès se sont réalisés dans la connaissance du système nerveux.

Dans les *Leçons sur les propriétés des tissus vivants*, publiées par Claude Bernard en 1866, il est longuement question des nerfs. Les terminaisons en anses des fibres qui innervent les muscles ont disparu. Rudolph Wagner les avait déjà battues en brèche depuis 1847, mais sans trop parvenir à se faire écouter. En 1866, la fibre nerveuse, chez les vertébrés supérieurs, s'épanouit dès qu'elle vient au contact de la fibre musculaire et s'applique sur celle-ci par une plaque d'une certaine étendue. Chaque fibre musculaire a ainsi une fibre nerveuse qui lui est tellement propre qu'elle semble faire corps avec elle.

En rejetant les terminaisons en anses, le professeur du Collège de France est encore plus à l'aise que son collègue de Berlin vis-à-vis du principe de l'indépendance mutuelle des fibres nerveuses. Aussi ne songe-t-il pas à l'attaquer.

Ce qui différencie à un haut degré les *Leçons* de Claude Bernard et le *Manuel* de Müller, ce sont les détails précis sur les relations mutuelles des cellules des centres nerveux. Müller en était réduit aux conjectures. A l'époque de Claude Bernard, ces relations sont affirmées, et de nombreuses figures prétendent reproduire par des traits fidèles la réalité observée à l'aide du microscope. Jacubowitsch est surtout mis en réquisition par le physiologiste français.

Les cellules nerveuses, d'une forme généralement triangulaire, émettent par leurs trois sommets des fibres nerveuses qui, après un court trajet, vont chacune aboutir à un sommet d'une autre cellule également triangulaire. Les trois fibres émanées d'une même cellule peuvent aller rejoindre trois cellules différentes, mais il peut arriver également — et ce cas est figuré — que deux cellules soient réunies — non seulement par une, mais par deux fibres nerveuses.

Dans la figure de la moelle, empruntée à un autre savant russe Owsjannikow, les communications entre les différentes cellules sont d'une régularité tout à fait frappante. Sur les coupes transversales, les cellules sont triangulaires aussi et présentent trois fibres nerveuses : la première vient de la racine postérieure, la seconde va rejoindre la cellule symétrique de l'autre côté de la moelle, la troisième sort par la racine antérieure.

La coupe transversale ne donne pas cependant une idée complète de la cellule nerveuse ; celle-ci en réalité n'est pas triangulaire, mais pyramidale, et présente quatre sommets. Le quatrième sommet apparaît dans les coupes longitudinales, et celui-ci émet un quatrième prolongement, longitudinal aussi, qui va rejoindre une autre cellule située en avant ou en arrière de la première. Quand nous disons *en avant* et *en arrière*, nous supposons la colonne vertébrale dirigée horizontalement, comme elle l'est chez les quadrupèdes. La station droite, naturelle à l'homme, n'est pas acceptée comme type par les physiologistes.

Les deux savants russes, avec qui le physiologiste français avait fait alliance, jetaient ainsi des flots de lumière sur la propagation de l'influx nerveux. Les actions réflexes surtout semblaient expliquées dans leurs moindres détails. J'excite la peau de la patte d'une grenouille : cette patte éprouve une secousse. C'est que l'excitation nerveuse partie de la peau par les nerfs centripètes est entrée dans

la moelle par les racines postérieures, a abouti à une cellule nerveuse et a été renvoyée à la périphérie par la fibre nerveuse centrifuge issue de la même cellule et sortant par la racine antérieure.

Si une excitation plus forte détermine une secousse non seulement de la patte excitée, mais aussi de la patte symétrique, c'est que l'excitation s'est propagée dans la moelle d'un côté à l'autre par la fibre qui réunit la cellule nerveuse à la cellule symétrique. Une secousse plus forte encore va provoquer des secousses dans le tronc et dans la seconde paire de membres. Rien de plus simple. Les fibres longitudinales qui relient les quatrièmes sommets des cellules médullaires sont entrées en jeu et ont transporté l'excitation en avant ou en arrière.

Une espèce d'aurore boréale semblait avoir apparu en Russie pour illuminer les profondeurs ténébreuses du système nerveux. C'était à faire supposer que les rayons lumineux purifiés par l'atmosphère glacée du nord étaient devenus si vifs et si intenses qu'ils rendaient transparentes les sections médullaires, partout ailleurs si désespérantes par leur obscurité pour la patience des observateurs.

Malheureusement, au moment même où Claude Bernard donnait ses leçons sur le système nerveux au Collège de France, Max Schultze faisait paraître à Brunswick les *Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Saügethiere,* œuvre posthume de Deiters, et renversait le système des cellules médullaires à trois et quatre fibres nerveuses de Jacubowitsch et de Owsjannikow.

Dans les préparations de Deiters, les cellules nerveuses émettent aussi, il est vrai, plusieurs prolongements, mais tandis que tous les autres, irréguliers de forme, se ramifient bientôt et se terminent peut-être par des bouts libres, un seul, fin et délié celui-ci, s'élance droit devant lui sans émettre aucune branche latérale. C'est le seul également

qui se transforme ensuite en fibre nerveuse ordinaire en se revêtant d'une gaîne de myéline.

Au jugement de Deiters, les premiers prolongements n'étaient autre chose que des saillies fortement accentuées du contour de la cellule nerveuse. On avait affaire à une cellule étoilée, et les expansions branchues de la cellule nerveuse n'avaient pas plus de quoi étonner que celles qu'on rencontre sur les cellules étoilées pigmentaires de la peau. Aussi le savant allemand leur donna le nom de *prolongements protoplasmiques*.

Le prolongement cylindrique et effilé a au contraire une fonction spéciale. C'est l'organe conducteur de l'influence nerveuse, c'est lui qui établit la communication des cellules nerveuses soit entre elles, soit avec les éléments périphériques. Il se continue avec le cylindre-axe d'une fibre nerveuse et mérite ainsi le nom de *prolongement cylindraxile*.

Mais s'il n'y a qu'un seul prolongement nerveux, que deviennent alors les figures si régulières d'Owsjannikow et de Jacubowitch avec leurs cellules pyramidales ou triangulaires allant rejoindre par plusieurs filets nerveux des cellules situées dans leur voisinage ? Pour étudier les prolongements, Deiters se voit obligé de dissocier les cellules, tellement les coupes lui semblent indéchiffrables sous ce rapport. Owsjannikow, lui, en se servant du réactif le plus vulgaire, l'acide chromique, obtient des coupes où cellules et fibres apparaissent avec la clarté la plus évidente et dans une disposition d'une régularité à rendre toute explication superflue.

C'est une thèse de doctorat qu'Owsjannikow présentait. Les professeurs, appelés à juger ce travail, se sont-ils contentés des figures? Ont-ils tout accepté de confiance? Comment a pu être surprise la bonne foi de tant d'auteurs, en dehors de Claude Bernard, qui ont inséré sa figure dans leurs ouvrages comme le type des sections médullaires? Et dire que les plus faibles microscopes pouvaient

servir à contrôler l'assertion du savant russe. Il dit lui-même qu'il s'est servi d'un grossissement de 950, en surface évidemment, car dans les figures où il représente la moelle de *Salmo salar* grossie cent fois, la section a 61 millimètres en diamètre, ce qui supposerait une moelle linéaire de 6/10 seulement de millimètre d'épaisseur si les grossissements étaient estimés en diamètres.

Mais passons outre. Jusqu'au temps de Deiters, on pouvait assimiler la moelle et le cerveau aux ganglions spinaux. La seule différence consistant dans le nombre des prolongements nerveux, invariablement de deux pour les cellules des ganglions spinaux, au moins chez les poissons, variable et s'élevant à trois ou quatre pour celles de la moelle et de l'encéphale. Après Deiters, l'analogie devient moins évidente.

Les cellules des centres supérieurs présentent, en effet, deux caractères qui les différencient complètement des cellules ganglionnaires. Elles possèdent des prolongements protoplasmiques, absents dans les ganglions, et n'ont qu'un seul prolongement cylindraxile, à la différence des cellules ganglionnaires qui en ont deux.

La découverte si ingénieuse de Deiters rend très simple la conception de la structure de la cellule nerveuse centrale, mais l'interprétation des phénomènes physiologiques auxquels la cellule concourt devient malaisée.

Avec le prolongement cylindraxile unique, on peut encore facilement expliquer les impressions purement centripètes ou purement centrifuges. Mais les actions réflexes, comment en donner la raison si la cellule est pourvue d'un seul prolongement nerveux ?

L'expérience de l'acide nitrique est classique dans les laboratoires. On dépose une goutte de cet acide sur la peau du flanc d'une grenouille décapitée. Aussitôt le bras le plus rapproché se soulève et, par un mouvement d'une précision étonnante, vient essuyer le liquide corrosif. L'impression produite par l'acide a été transportée par

une fibre centripète à une cellule sensitive de la moelle. Mais comment revient-elle par la fibre centrifuge, si elle se perd dans la cellule qui ne présente aucune voie de sortie, puisqu'elle a pour unique prolongement nerveux le cylindre-axe de la fibre centripète?

Les physiologistes actuels connaissent bien les recherches de Deiters; quand ils ont à décrire ou à figurer une cellule de la moelle, jamais ils ne lui donneront plus d'un prolongement nerveux. Mais leurs schémas physiologiques sont restés ce qu'ils étaient du temps d'Owsjannikow. Dans les éditions les plus récentes de Beaunis et d'autres, on voit les cellules nerveuses reliées entre elles par deux, trois, quatre filaments nerveux, comme dans les sections médullaires du savant russe. Un schéma n'est pas tenu de représenter exactement la réalité; les détails accessoires peuvent être éliminés, la forme des organes peut être altérée, simplifiée, mais la licence ne va pas cependant jusqu'à remplacer les éléments essentiels par d'autres tout à fait fictifs et imaginaires.

Ce n'est pas de gaîté de cœur que les physiologistes ont procédé ainsi contre toutes les règles. Nier les observations de Deiters, ils n'avaient aucune raison de le faire, car les histologistes les avaient confirmées tous à l'envi. Mais ils ne pouvaient nier non plus les expériences les plus simples sur les actions réflexes, expériences qui supposaient nécessairement des relations multiples entre les cellules et les éléments périphériques. Pour exprimer la multiplicité de ces relations, ils ont à tout hasard dans leurs schémas multiplié les traits d'union entre les cellules, escomptant l'avenir pour donner à ces traits d'union une signification plus précise.

Cette fois, l'avenir les a servis à souhait, peut-être mieux même qu'ils ne l'auraient désiré.

Comme nous l'avons vu, depuis le temps de Fontana, c'était un dogme que la fibre nerveuse restait solitaire et

indivise depuis la cellule nerveuse jusqu'aux organes terminaux. Tout au plus concédait-on que parfois elle se divisait au moment même où elle allait atteindre les éléments périphériques ultimes.

Les observations de Deiters n'ont rien changé à la tradition de l'indivisibilité des fibres nerveuses. Au contraire, l'absence de ramification est un des caractères principaux qui, d'après Deiters, servent à distinguer les prolongements purement protoplasmiques du prolongement cylindraxile essentiellement nerveux.

Le premier coup porté à cette espèce de *Credo* physiologique l'a été par Ranvier. Bien involontairement, nous le verrons, car même après sa découverte ce savant est resté fidèle à l'indivisibilité de la fibre nerveuse, et il a fallu d'autres preuves plus décisives pour ébranler sa foi. Actuellement même on ne peut pas encore le considérer comme franchement converti aux nouveaux dogmes, c'est un néophyte que le doute même tourmente parfois.

Les ganglions spinaux des poissons présentent, comme nous l'avons dit, un aspect rigoureusement bipolaire. De chacune des extrémités opposées de la cellule part une fibre nerveuse. Aussi considère-t-on les ganglions spinaux, non comme des organes terminaux, mais comme des relais placés sur le trajet du courant nerveux.

Dans les vertébrés supérieurs, ces ganglions sont moins accessibles à l'examen; diverses opinions s'étaient fait jour, mais la plus accréditée était certainement que dans les classes élevées des vertébrés la cellule ganglionnaire était unipolaire.

Comment concevoir que des organes si semblables de forme et de position pussent avoir des propriétés si différentes d'après la classe des vertébrés à laquelle ils appartenaient? Comment se faisait-il que la cellule ganglionnaire avec sa double fibre jouât le rôle d'élément intermédiaire chez les poissons, tandis que, munie d'une fibre unique chez les autres vertébrés, elle semblait équivaloir aux cellules des centres proprement dits?

En 1875, Ranvier annonça à l'Académie des sciences que chez le lapin la fibre unique émanée de la cellule ganglionnaire venait s'insérer à peu près à angle droit sur l'une des fibres constituant la racine postérieure des cordons spinaux. L'ensemble présentait donc la figure d'un T; aussi Ranvier lui donna-t-il le nom de fibre en T, qui lui a été maintenu ensuite. Le tronc vertical du T était la fibre ganglionnaire; la barre horizontale pouvait être considérée comme une double branche dont l'une était dirigée vers la moelle et l'autre vers la périphérie.

Dans les laboratoires de chimie, on se sert de tubes de verre en T. La manière de les envisager dépendra de la manière dont on y introduira les courants gazeux ou liquides. Si l'on insuffle de l'air par le bout inférieur du tube vertical, le courant sortira par les deux bouts opposés du tube horizontal, et le canal vertical pourra être considéré comme se bifurquant en deux canaux horizontaux de sens opposés. Si au contraire on insuffle par un des deux bouts de la branche horizontale, on pourra regarder la branche verticale comme une dérivation de la branche horizontale, ou bien on pourra aussi, comme dans le cas précédent, considérer la figure comme formée de trois branches et dire que le courant lancé horizontalement s'est divisé ensuite en deux autres, l'un vertical, et l'autre *accidentellement* horizontal, parce que le troisième tube par hasard s'est trouvé dans la direction du premier.

Dans tous ces cas, il y aurait bifurcation du courant, et c'est évidemment la première pensée qui se présenterait à l'esprit de l'observateur en présence d'une fibre en T; et s'il voit, comme dans le cas actuel, la branche verticale en union avec une cellule ganglionnaire, c'est au premier genre de bifurcation qu'il inclinera dès l'abord.

Et cependant, d'après Ranvier, la bifurcation n'existe pas, elle est une pure apparence. Il fit la remarque que le tronc vertical, celui qui sort de la cellule ganglionnaire,

était plus gros que chacune des deux branches horizontales opposées dans lesquelles il semble se diviser. Ce fut pour lui un trait de lumière. Au lieu de regarder le tronc vertical comme une seule fibre, il le regarde comme formé par l'accolement de deux fibres, nées à peu près au même point de la cellule et tournant ensuite l'une à droite, l'autre à gauche. La cellule ganglionnaire du lapin était donc munie de deux fibres nerveuses comme la cellule correspondante des poissons; ces deux fibres, arrivées à une certaine distance, s'écartent l'une de l'autre, et comme chez les poissons se dirigent en sens opposés, l'une se rendant à la moelle, et l'autre à la périphérie. La seule différence entre le lapin et le poisson est que chez le poisson les deux points de sortie des fibres ganglionnaires sont diamétralement opposés, tandis que chez le lapin ils sont voisins l'un de l'autre. Mais même chez les poissons, ce qu'on appelle les pôles de la cellule ne répond pas rigoureusement à la signification mathématique de ce terme. Ils peuvent être plus ou moins rapprochés. En histologie, la question de distance est généralement accessoire. Ce qu'il faut considérer ici comme essentiel, c'est la direction du courant nerveux dans les fibres; or, au jugement de Ranvier, des deux fibres accolées dans le tronc vertical du T, l'une amène l'influx nerveux à la cellule, l'autre l'emporte au dehors. Les deux courants, malgré leur contiguité, sont donc de sens opposés, comme chez les poissons.

On comprend que Ranvier n'ait pas pu constater expérimentalement l'existence de ces deux courants opposés; on ne possède point encore de galvanomètre capable d'indiquer les courants nerveux au microscope. Son hypothèse reste cependant plausible, et elle avait le grand mérite, au moment où il la publiait en 1882, de sauver le principe de l'indivisibilité de la fibre nerveuse.

Effort inutile cependant, car en 1882 une révolution, sourde encore mais déjà décisive, s'était opérée dans le domaine du système nerveux.

Dans la moelle et l'encéphale, les fibres nerveuses sont mêlées entre elles et aux filaments de la *névroglie*, c'est-à-dire du tissu conjonctif qui enveloppe dans son feutrage les éléments nerveux proprement dits. L'enchevêtrement est tel, le tissu si serré, les contours des fibres si peu distincts qu'il est difficile de reconnaître, même dans de fines sections, une structure fibrillaire.

Aussi pour discerner les prolongements des cellules, Deiters et Ranvier avaient-ils été obligés de recourir à la dissociation. Ranvier laissait macérer dans l'alcool au tiers pendant un ou deux jours une tranche de moelle de bœuf de deux ou trois millimètres d'épaisseur. Il en détache quelques fragments et les secoue vivement dans une éprouvette. Les cellules s'isolent, tombent au fond, et en portant sur une lame de verre un peu du dépôt ainsi formé, on a grande chance de trouver des cellules nerveuses munies de beaux prolongements.

Mais ce procédé a deux inconvénients. Le premier est que les prolongements ne restent pas entiers et se brisent, pendant la dissociation, à une distance plus ou moins considérable de la cellule. C'est même ainsi que plusieurs fibres ganglionnaires ne présentent pas la figure en T, le tronc vertical s'étant brisé au milieu de sa longueur.

Le second inconvénient est de laisser l'observateur dans l'ignorance absolue des rapports que les éléments nerveux ont entre eux. Une libre carrière est ainsi ouverte aux hypothèses, et les physiologistes ont largement usé de la liberté qui leur était laissée, mais il n'est pas bien sûr que la science y ait beaucoup gagné. Elle vit bien plus de faits que d'hypothèses.

Il fallait donc bon gré mal gré en revenir à la méthode des sections. Malheureusement ces sections doivent être assez épaisses, si l'on veut avoir quelque probabilité d'y suivre sur un trajet suffisamment long une fibre nerveuse. Les prolongements cylindraxiles sont moins capricieux, il est vrai, que ces prolongements protoplasmatiques. Mais

ce ne sont pas des lignes rigoureusement droites, et il n'y a pas d'espoir de les maintenir longtemps entre deux plans distants d'un centième de millimètre et moins, car telle est l'épaisseur des sections employées ordinairement en microscopie.

Si l'on se sert de sections épaisses, il faut les rendre transparentes. Plusieurs réactifs peuvent nous fournir cette transparence, mais malheureusement les éléments nerveux deviennent aussi clairs que le milieu où ils sont ensevelis, et la section, tout en étant fort claire, ne présente rien de distinct.

Dès 1879, M. Golgi, professeur à l'université de Pavie, avait la bonne fortune de trouver une méthode de coloration qui le mettait à même de surmonter toutes les difficultés. Le bichromate de potasse était en usage depuis longtemps pour donner de la consistance au système nerveux. Deiters s'en était servi avec avantage en concurrence avec l'acide chromique. Le nitrate d'argent n'avait pas été négligé non plus. C'est même grâce à ce réactif qu'on met le plus en évidence le cylindre-axe avec ses filaments et ses stries transversales.

L'emploi successif de ces deux substances agissant chacune pendant des périodes de temps assez considérables produisit entre les mains de Golgi des résultats tout à fait inespérés. Cellules et fibres prennent alors une teinte noire très accentuée, due au chromate d'argent résultant de l'action du nitrate d'argent sur le bichromate de potasse. Leurs contours deviennent distincts, et même après l'éclaircissement de la préparation se font aisément reconnaître.

Phénomène curieux : la méthode de Golgi et ses résultats restèrent confinés en Italie pendant plusieurs années. L'attention de l'Allemagne ne fut éveillée qu'à la suite d'un écrit publié par Golgi en 1885. Kölliker, un des ardents propagateurs de la méthode de Golgi, avoue qu'en 1891 encore il ne connaissait que cet écrit et ne savait rien des mémoires antérieurs du savant italien. Il est bon

d'inventer, mais même dans ce siècle de diffusion rapide des lumières, quand on invente, il est bon d'emboucher les trompettes de la renommée.

Dans les préparations de la moelle faites d'après sa nouvelle méthode, Golgi retrouva les deux espèces de prolongements déjà découverts par Deiters, les prolongements protoplasmatiques et le prolongement cylindraxile. Les prolongements protoplasmatiques émis par chaque cellule sont nombreux et abondamment ramifiés; le prolongement cylindraxile est uniqne.

Jusqu'ici c'est la confirmation des vues de Deiters. Mais Golgi ruine ensuite de fond en comble la principale des assertions du savant allemand. Le prolongement cylindraxile se divise, se ramifie aussi!

Malgré ses ramifications, il est facile généralement de reconnaître le prolongement cylindraxile. Celui-ci est plus délié, plus régulier, plus cylindrique, et les rameaux qu'il émet sont ordinairement à peu près perpendiculaires sur la tige principale.

Poussant plus loin ses observations, Golgi a vu qu'il y avait lieu de faire une distinction entre les prolongements cylindraxiles eux-mêmes. Il en est qui se ramifient abondamment, et bientôt il n'est plus possible de distinguer, dans ces ramifications, des branches principales et des rameaux secondaires. D'autres ont un axe primaire plus ou moins rectiligne et aisé à reconnaître, sur lequel viennent s'insérer de distance en distance des branches d'une moindre importance.

Les premiers se rencontrent en abondance dans les cornes postérieures de la substance grise de la moelle. Les cornes antérieures sont surtout riches en prolongements à axes primaires bien déterminés.

Depuis longtemps on sait que les cornes postérieures sont en relation avec les fibres sensitives et les cornes antérieures avec les fibres motrices. Aussi Golgi a-t-il appelé *sensitives* les cellules à ramifications diffuses, et

motrices celles qui présentent un axe principal. Il est utile toutefois de faire remarquer que les cornes antérieures renferment un certain nombre de cellules sensitives, et que des cellules motrices s'égarent au milieu des cellules sensitives des cornes postérieures.

Avec les ramifications multiples des prolongements cylindraxiles, c'en est fini de l'indivisibilité des fibres nerveuses et de la simplicité des rapports entre les centres et la périphérie. Les mânes de Müller doivent tressaillir en présence de la ruine complète de son principe fondamental. Mais s'il revenait parmi nous, une autre suprise encore lui serait réservée.

Il se serait attendu au moins à ce que chaque ramification irait aboutir à une cellule nerveuse ou à un élément périphérique déterminé. Les cellules n'auraient pas été réunies par couples, comme il le voulait; mais au moins elles auraient formé des groupes restreints.

D'après Golgi, il n'en est rien. Toutes les ramifications des prolongements cylindraxiles, à l'exception peut-être de l'axe principal des cellules motrices, vont se perdre dans un immense réseau qui parcourt la moelle et l'encéphale dans toute leur longueur. C'est ce réseau, compact, serré, qui forme à peu près à lui seul toute la substance grise des centres nerveux. On aura donc une idée exacte de sa position par celle de la substance grise. Il occupe tout l'axe interne de la moelle épinière, et, pour ne parler que des organes principaux de l'encéphale, il forme l'écorce du cerveau et du cervelet et constitue la masse même des couches optiques et des corps striés. Les cellules de la substance grise, malgré leur nombre, sont une quantité négligeable en présence de la multitude des fils du réseau.

Trois sortes de ramifications concourent à former le réseau. Ce sont d'abord les ramifications éparses des cellules sensitives ; viennent ensuite celles qui se détachent de distance en distance de l'axe principal des prolonge-

ments moteurs. Ces deux espèces de ramifications, qui nous sont déjà connues, ont pour origine des cellules situées dans les centres. La troisième espèce comprend les ramifications ultimes des fibres centripètes. Ces fibres naissent de cellules placées à la périphérie. Telles sont les fibres du nerf optique, issues de cellules de la rétine.

Grâce aux connexions du réseau avec ces trois espèces de ramifications, les communications des centres avec la périphérie sont excessivement faciles. Prenons d'abord les impressions sensitives. Les impressions tactiles, par exemple, remontent le long des fibres centripètes, gagnent les dernières ramifications de ces fibres, pénètrent de là dans le réseau et s'écoulent par les ramifications des cellules sensitives qui reçoivent l'excitation et entrent en activité.

Les actions motrices sont ou bien réflexes ou bien volontaires. L'action motrice réflexe a deux stades. Dans le premier stade, l'impression centripète atteint le réseau par le mode que nous venons de décrire; dans le second stade, l'impression sort du réseau par un des rameaux de l'axe principal des prolongements moteurs et suit cet axe principal jusqu'à sa terminaison dans la fibre musculaire qui se contracte.

La seule différence que présente au point de vue organique l'action volontaire, c'est que son point de départ est une cellule cérébrale impressionnée par l'âme. De cette cellule l'impression va au réseau et s'écoule ensuite jusqu'au muscle comme dans le cas précédent.

Au moyen du réseau de Golgi, on peut se promener avec la plus grande aisance dans le système nerveux. On part d'où l'on veut et l'on arrive où l'on veut. Si les impressions étaient assez intelligentes pour se diriger elles-mêmes, cette multiplicité de voies de communications serait sans inconvénient; mais entre tant de voies qui se présentent devant elles, comment vont-elles choisir la bonne?

Cette objection est trop naturelle pour ne pas se pré-

senter immédiatement à l'esprit. Aussi a-t-elle été faite à Golgi dès l'apparition de son système. On lui fit très justement remarquer que son réseau communiquant d'un côté avec toutes les cellules centrales et de l'autre avec tous les éléments de la périphérie, l'excitation d'une cellule nerveuse quelconque devait mettre en branle tout l'organisme, et l'excitation d'un élément périphérique quelconque devait réagir sur tous les centres nerveux. De là nécessairement absence de clarté dans les sensations, absence de précision dans les mouvements. Pas moyen de lever la main sans lever le pied, si chaque cellule cérébrale impressionnée par la volonté est en relation par le réseau avec toutes les fibres musculaires; pas moyen de sentir une piqûre à un doigt sans la sentir sur tout le corps, si l'excitation partie d'un doigt va irriter indifféremment par le réseau toutes les cellules sensitives destinées au tact. Les perturbations des sens et l'ataxie locomotrice ne seraient plus l'infirmité de quelques-uns; elles deviendraient le triste apanage de toute l'humanité.

Golgi s'est défendu en disant que son réseau ne conduisait pas si indifféremment toutes les excitations qu'on le prétend. Les excitations se diffuseraient partout, il est vrai, mais pas partout avec la même facilité. Suivant le point de départ, les voies de diffusion sont les unes plus aisées, les autres plus difficiles. L'excitation suivra nécessairement en plus grande quantité les voies les plus aisées et ira principalement aboutir à tel point plutôt qu'à tel autre. Ce point seul recevra une excitation d'intensité suffisante pour éveiller la conscience, s'il s'agit d'une impression sensitive, pour déterminer un mouvement, s'il s'agit d'impression motrice. Les autres points, au contraire, seront à peu près dans les mêmes conditions que si l'excitation n'avait pas eu lieu.

Ce serait cependant une satisfaction pour l'esprit si Golgi avait montré dans le réseau lui-même un agencement capable d'expliquer cette inégalité de diffusion en

différents sens. Pour le moment, le professeur de Pavie semble vouloir tout simplement nous acculer au raisonnement suivant : Il n'y a pas d'autre intermédiaire entre les centres et la périphérie que le réseau ; d'autre part, il est certain par l'expérience physiologique que certains points de la périphérie sont reliés de préférence à certaines cellules des centres ; il faut donc admettre qu'en dépit de son homogénéité apparente, le réseau présente une conductibilité différente d'après le point d'origine de l'excitation.

Dans les sciences naturelles, il est toujours désagréable de céder à un raisonnement qui contrarie le témoignage apparent des sens. Un syllogisme construit suivant les règles est quelque chose à quoi on ne résiste pas. Mais quand il est peu en harmonie avec l'observation directe, on est toujours tenté de se demander si toutes les règles ont été bien appliquées. Un défaut se glisse si facilement dans un syllogisme! S'il était si simple de faire de bons syllogismes, il y a beau temps que les philosophes seraient tous d'accord.

Il est bien vrai qu'on a cru découvrir un vice radical dans le raisonnement de Golgi, mais malheureusement, s'il existe, la difficulté serait aggravée au lieu de s'évanouir.

On a dit qu'il n'y avait pas de réseau, et au lieu de relations multiples entre la périphérie et les centres, on est arrivé à supprimer entre eux toute communication directe.

Les sections microscopiques des histologistes ont généralement des épaisseurs très faibles, cinq, dix, quinze millièmes de millimètre au plus. Mais, comme nous l'avons dit, les épaisseurs employées par Golgi sont bien plus fortes, et pour une excellente raison déjà indiquée plus haut. C'est qu'on ne peut espérer de suivre dans une section un prolongement nerveux sur un parcours un peu considérable si les deux plans qui limitent la section sont

trop rapprochés. Le mérite même de la méthode de Golgi consiste en ce que, même dans des sections épaisses, les prolongements et leurs ramifications restent parfaitement distincts grâce à l'intensité de leur coloration. Dans une section de 60 ou 75 millièmes de millimètre d'épaisseur, les filaments nerveux sont tellement abondants qu'ils s'entre-croisent dans tous les sens en formant un feutrage excessivement complexe. Le tout est de savoir si cet entre-croisement est réel ou simplement apparent, en d'autres termes, si les ramifications qui paraissent se couper se trouvent dans un même plan ou bien à des niveaux légèrement différents. Les vis micrométriques des microscopes peuvent souvent servir à déceler des différences de niveau. Deux objets situés à des niveaux fort différents ne peuvent être perçus distinctement tous les deux à la fois; il faudra hausser la vis pour l'un, la baisser pour l'autre. Mais quand les niveaux sont très rapprochés, la vis devient sans usage; les imperfections des objectifs, celles de la vis, celles de l'œil, à quoi s'ajoute encore la difficulté pour l'observateur de se rendre un compte exact de ses perceptions, ne peuvent permettre de constater une dégradation de l'image pour une rotation minime imprimée au bouton de la vis du microscope.

On a remédié en partie à cette difficulté en opérant sur des embryons. Le système nerveux ne se forme pas d'une pièce; il n'offre pas, dans le fœtus, la réduction à une échelle plus petite de ce qu'il sera plus tard dans l'adulte. Sa forme est plus simple, les ramifications moins nombreuses, et les croisements apparents des filaments moins à craindre. De l'examen de moelles et d'encéphales embryonnaires, confirmé d'ailleurs par des observations comparatives faites sur les adultes, Ramón y Cajal, Kölliker, Van Gehuchten et d'autres ont conclu qu'il n'y avait pas d'entre-croisement réel de fibres et partant pas de réseau. La continuité du système nerveux n'existe pas; il n'y a qu'un simple rapport de contiguïté entre les ramifications issues de cellules différentes.

Golgi s'est récrié contre ceux qui voulaient le mettre en défaut en lui opposant les observations où les ramifications paraissaient ne pas se croiser réellement. Le mot *réseau,* il faut bien le dire, semble supposer un croisement réel, et Golgi, en continuant à l'employer sans restriction, même après que la controverse sur la réalité des entrecroisements avait surgi, paraissait avoir pris parti contre ceux qui la niaient. Tout récemment cependant, il a déclaré que dans sa bouche le terme de réseau se rapportait simplement aux apparences et ne préjugeait pas la question. Et de fait, il cite tel de ses premiers écrits où, après avoir parlé du réseau, il mitige ainsi l'expression qu'il a employée : « De toutes ces ramifications des divers prolongements nerveux..., il résulte naturellement un lacis extrêmement compliqué se trouvant dans toute la substance grise. Que ces innombrables subdivisions forment, moyennant des anastomoses compliquées, un réseau dans le vrai sens du mot, et non un simple entrelacement, c'est une chose très probable; on serait même porté à l'admettre après l'examen de quelques-unes de mes préparations; toutefois, le fait de l'extrême complication de l'entrelacement ne me permet pas d'assurer qu'il en soit véritablement ainsi » (1).

De l'insistance que met actuellement Golgi à revenir sur cette première déclaration, un peu oubliée ensuite dans le feu de la bataille, nous pouvons retirer ce résultat, c'est que la balance penche décidément du côté de ceux qui n'admettent aucune anastomose réelle entre les ramifications de différentes cellules. Le réseau de Golgi déroutait quelque peu nos idées préconçues sur le système nerveux ; mais l'absence de continuité nous met-elle plus à l'aise ? La continuité était, au dire de tous les physiologistes, la condition essentielle de l'activité nerveuse. Un

(1) *Studi sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso,* 1885. Traduct. de Golgi lui-même : *Le Réseau nerveux diffus des centres du système nerveux.* „ ARCH. IT. DE BIOL., XV, 439, 1891.

nerf sectionné avait beau se resouder, il ne pouvait plus transmettre les impressions nerveuses. Dans les dernières années, on était, il est vrai, revenu sur ce qu'il y avait d'absolu dans ce principe. On a admis, sur la foi de quelques médecins et de quelques physiologistes, que dans certains cas exceptionnels la conductibilité nerveuse a été rétablie après le rapprochement des deux bouts sectionnés. Pour expliquer cette anomalie, on a supposé que, par un heureux hasard, parmi tant de cylindres-axes constituant le cordon nerveux sectionné, il s'en était trouvé quelques-uns dont les deux bouts étaient venus après la soudure se placer juste vis-à-vis l'un de l'autre et s'étaient rejoints sans interposition d'autre substance. La nature aidant, ils s'étaient ensuite si bien fusionnés que la continuité du cylindre-axe s'était complètement rétablie. Ainsi expliquée, la restitution de la conductibilité nerveuse, au lieu d'infirmer le principe de la continuité, en serait une nouvelle application.

Dans la nouvelle théorie, au contraire, la continuité, au lieu d'être une condition indispensable, non seulement n'est plus nécessaire, mais en fait n'existe plus jamais. Dans tous les cas, l'influx nerveux doit s'élancer d'une ramification à une autre, soit par une espèce d'induction à distance, soit par propagation à travers une substance interposée, si les ramifications ne sont pas en contact. Dans cette dernière hypothèse, la substance intermédiaire plus ou moins amorphe qui sépare les ramifications ne pourrait pas être considérée comme une pure substance conjonctive; au point de vue physiologique, elle serait elle-même une substance nerveuse, si on continue d'appeler de ce nom toute substance organique capable de conduire ou de modifier l'influx nerveux.

Quoi qu'il en soit d'ailleurs, dans le système des ramifications plus encore que dans le système du réseau, l'influence nerveuse est sujette à s'égarer en dehors de voies bien définies, et le problème de la corrélation exacte

des centres et de la périphérie est rendu plus insoluble que jamais par la libre diffusion de l'excitation nerveuse dans tous les sens. Si les ramifications terminales d'une fibre ne se trouvaient en relation de contiguïté qu'avec le panache terminal d'une seule autre, tout courant nerveux arrivant par la première s'écoulerait uniquement par la seconde. Mais il n'en est pas ainsi. Chaque fibre entrelace ses ramifications avec celles de plusieurs autres, chacune de celles-ci se comporte de la même manière vis-à-vis de ses voisines, et l'aire de diffusion, allant toujours en s'élargissant, envahit de proche en proche à peu près toute l'étendue du système nerveux central et périphérique.

Outre le réseau, il est un autre point qui a soulevé d'assez vives contestations entre Golgi et plusieurs des histologistes qui ont appliqué sa théorie.

Golgi avait repris l'hypothèse de Deiters relativement à la fonction des prolongements protoplasmatiques. Il leur dénie toute activité nerveuse, ce sont de simples organes de nutrition.

On sait que la paroi interne du tube digestif des animaux est rarement lisse. Elle est hérissée de poils appelés villosités ou redressée en replis en forme d'hélices ou de valvules. Villosités et replis sont destinés à l'absorption, et comme leur présence augmente singulièrement la surface interne du tube digestif, leur utilité est manifeste, car cet accroissement d'étendue est de nature à activer l'absorption des aliments.

Les prolongements protoplasmatiques ont une fonction analogue; en augmentant la surface de la cellule, ils lui permettent également d'activer ses échanges avec un liquide essentiellement nutritif, la lymphe qui baigne tous les éléments anatomiques du corps.

D'après un grand nombre d'observateurs, cette interprétation serait fausse. Les prolongements protoplasmatiques et leurs ramifications joueraient dans la transmission des excitations un rôle aussi actif que le prolongement cylindraxile lui-même.

Le fondement sur lequel s'appuyait Deiters pour mettre une distinction tranchée entre les deux espèces de prolongements était d'un côté la forme régulière et, pour ainsi dire, linéaire du prolongement cylindraxile, opposée à la forme irrégulière et bosselée des prolongements protoplasmatiques ; de l'autre, le fait que le prolongement cylindraxile restait indivis et, après s'être entouré d'une gaine médullaire, se continuait dans une fibre nerveuse, tandis que les prolongements protoplasmatiques se ramifiaient et les ramifications se terminaient par des bouts libres.

L'existence des ramifications devait, au temps de Deiters, singulièrement influer sur l'opinion qu'on devait se faire des prolongements protoplasmatiques. Pour mériter son nom, une fibre nerveuse devait relier directement deux cellules nerveuses. Elle ne pouvait se ramifier sans déchoir de sa fonction, car des prolongements ramifiés, au lieu de diriger le courant nerveux dans un sens déterminé, n'étaient propres qu'à le disséminer dans différentes directions.

Golgi ne pouvait s'appuyer sur la présence de ramifications pour refuser aux prolongements protoplasmatiques la qualité de fibres nerveuses, car les prolongements cylindriques, préparés d'après sa méthode, se montrent eux-mêmes ramifiés. Mais, d'après lui, les ramifications des prolongements protoplasmatiques se distinguaient nettement de celles du prolongement cylindraxile. Les premières ne contractent entre elles aucune anastomose et se terminent librement; les secondes, en se soudant les unes aux autres, vont former le fameux réseau, cet intermédiaire si obligeant entre le centre et la périphérie.

On voit par là combien le réseau — un réseau réel et non simplement apparent — fait partie essentielle de sa théorie. Il lui suffit que les prolongements protoplasmatiques aient des terminaisons libres pour ne pas les reconnaître comme éléments nerveux ; il était évidemment encore imbu de la théorie prédominante qu'une fibre se

terminant librement ne pouvait prétendre à la dignité de fibre nerveuse. Car une telle fibre devrait rester complètement isolée du reste du système nerveux, ce qui est contre l'essence d'une fibre nerveuse destinée à conduire les impressions d'un point à un autre.

Actuellement il est à peu près certain que les prolongements cylindraxiles, pas plus que les prolongements protoplasmatiques, ne s'anastomosent entre eux ; tous se terminent par des bouts libres. La distinction entre les deux espèces de prolongements devient donc beaucoup moins frappante que ne se l'imaginait autrefois Golgi.

Elle s'efface encore davantage par le fait que le prolongement cylindraxile ne naît pas toujours sur le corps de la cellule, mais est bien souvent une simple dépendance d'un prolongement protoplasmatique.

Elle va diminuant de plus en plus si l'on considère que les ramifications des prolongements protoplasmatiques s'entremêlent avec celles des prolongements cylindraxiles ; que même elles constituent parfois la seule voie par où peut s'écouler le courant nerveux amené par le prolongement cylindraxile.

Enfin elle s'anéantirait complètement si, comme Lavdowsky croit l'avoir démontré, certaines ramifications des prolongements protoplasmatiques pénètrent dans les racines de la moelle et vont concourir au même titre que les cylindraxiles à former des fibres à myéline.

D'après Ramón y Cajal, le rôle des prolongements protoplasmatiques, quoique aussi important que celui des cylindraxiles, ne serait cependant pas tout à fait le même. L'étude de ce qui se passe dans la vision nous fera saisir la valeur de cette différence.

L'appareil nerveux de la vision est très complexe, et il l'est encore plus si on y fait entrer, comme on doit le faire, non seulement l'organe périphérique, l'œil, mais encore les organes centraux sans lesquels la vision est impossible.

En le réduisant le plus possible, on y trouve les

bâtonnets et les cônes, les cellules bipolaires, les cellules ganglionnaires ; ce sont les différents éléments qu'on observe dans la rétine ; puis les cellules des lobes optiques ou des corps quadrijumeaux à la base du cerveau, et enfin celles de l'écorce de cet organe. Or, chose remarquable dans cette série de cellules, au rapport de Ramón y Cajal et après lui de Van Gehuchten, le prolongement cylindraxile de chacune d'entre elles entre en communication avec un des prolongements protoplasmatiques de la suivante et pas avec le prolongement cylindraxile. Qu'est-ce à dire, sinon que le courant nerveux s'écoule par le prolongement cylindraxile, et est recueilli par le prolongement protoplasmatique? Le prolongement cylindraxile serait donc *cellulifuge*, les autres seraient *cellulipètes*. Ces expressions, qui se rapportent à chaque cellule seulement, ne préjugent en rien la direction générale du courant qui est évidemment centripète dans le phénomène de la vision.

Toute séduisante qu'elle est, cette théorie vient se heurter à des difficultés bien sérieuses. Les cellules bipolaires des ganglions spinaux ont deux prolongements cylindraxiles, dirigés l'un vers la périphérie, l'autre vers la moelle. Comme l'office de ces cellules est de recueillir l'impression centripète venant de la périphérie et de la transmettre ensuite aux centres nerveux supérieurs, le prolongement périphérique est nécessairement cellulipète. Ce serait évidemment jouer sur les mots que de le considérer comme un prolongement protoplasmatique. Rien, en effet, dans sa structure ne le différencie de son congénère, et à moins de tomber dans la tautologie, on ne peut affirmer que tous les prolongements cylindraxiles sont cellulifuges par la seule raison que s'ils étaient cellulipètes on les appellerait protoplasmatiques.

D'ailleurs Ramón y Cajal dit lui-même que parfois deux cellules n'ont d'autre communication que par leurs panaches protoplasmatiques. Dans ce cas, le panache cellulipète ne peut recueillir que ce qui vient de l'autre, et celui-ci ne peut manquer alors d'être cellulifuge.

Arrivé au terme de cette étude, nous voudrions pouvoir faire autre chose que de constater le désaccord qui règne actuellement, dans le domaine nerveux, entre l'histologie et la physiologie. Autant la première de ces sciences semble vouloir diffuser le courant nerveux sans aucune loi précise par les mille ramifications des prolongements cylindraxiles et protoplasmatiques, autant la seconde le contraint de cheminer par des voies déterminées.

Dans les premiers temps, l'histologie encore ignorante tâchait de suppléer à ses lacunes en se rapprochant de la physiologie ; il faudra bien maintenant que la physiologie fasse échange de bons procédés envers sa sœur devenue plus savante. Comment? nous ne saurions encore le dire. Chacune pour le moment, pour éviter des conflits, est obligée de s'isoler un peu, de vivre à part ; mais au fond il y a entre elles une sympathie essentielle, nécessaire, la même qui doit régner entre la structure d'un organe et sa fonction. Elles ne peuvent manquer de s'embrasser un jour et, en se réunissant, de soulever un peu les coins du voile qui recouvre la fonction la plus haute et la plus mystérieuse de la matière vivante.

Déjà certaines tentatives de rapprochement se font jour, et ce serait déjà, par exemple, un grand pas de fait si, comme le veut Masius, il existait des cellules accouplées directement par l'un de leurs prolongements protoplasmatiques. Ces voies directes de communication seraient évidemment celles suivies par le courant dans sa propagation normale et expliqueraient la précision ordinaire des sensations et des mouvements. Les autres voies, plus diffuses mais aussi moins aisées, ne conduiraient l'influx nerveux que quand les premières seraient hors de service en vertu d'accidents particuliers ; elles donneraient l'interprétation des suppléances admises par les physiologistes eux-mêmes à la suite de certaines maladies ou de certaines lésions.

G. Hahn, S. J.

BIBLIOGRAPHIE

La littérature relative au système nerveux comprendrait à elle seule un volume. Nous ne pouvons songer à entreprendre une si vaste compilation. Nous indiquons ici seulement quelques-uns des principaux travaux que pourrait consulter utilement le lecteur désireux d'approfondir quelque peu ce sujet intéressant.

MÜLLER. *Handbuch der Physiologie des Menschen*, ou la traduction française par JOURDAN et LITTRÉ.

CLAUDE BERNARD. *Leçons sur les propriétés des tissus vivants.*

RANVIER. *Traité technique d'histologie.*

BERNSTEIN. *Compte rendu de l'ouvrage de Deiters.* CENTRALBL. FÜR DIE MED. WISSENSCH. 1866.

GOLGI. *Ueber den feineren Bau des Rückenmarkes.* ANATOM. ANZ. 1890.

KÖLLIKER. *Die Untersuch. von Golgi über den feineren Bau des centr. Nervensystems.* ANATOM. ANZ. 1887.

RAMÓN Y CAJAL. *La Rétine des Vertébrés.* LA CELLULE, IX. 1893.

VAN GEHUCHTEN. *La Structure des lobes optiques chez l'embryon de poulet.* LA CELLULE, VIII. 1892. — *La Structure des centres nerveux : la moelle épinière et le cervelet.* IBID. VII. 1891.

G. HAHN, S. J.

LES

ABEILLES DU SUD DE L'INDE

Nous ne savons si Trichinopoly est bien connu du lecteur. C'est une ville qui a cependant sa célébrité; elle marque le théâtre de la dernière lutte entre Anglais et Français pour la possession de l'Inde. Coïncidence assez curieuse: c'est sur l'emplacement du dernier campement des Français que des missionnaires jésuites, leurs compatriotes, sont venus fonder, un siècle plus tard, un des grands collèges du pays (1).

Tour à tour élève et professeur dans ce collège, nous avons été amené, grâce au concours bienveillant de nos confrères et aux largesses par lesquelles MM. Oberthür, les entomologistes bien connus, ont répondu à nos modestes envois d'insectes, à inaugurer un musée local de cette partie de l'Inde, jusqu'à présent peu explorée. Trichinopoly est donc le centre de nos opérations entomologiques; quelques rares excursions sur les montagnes des Ghauts et des visites plus fréquentes à une villa du collège, sur un bras du fleuve Cauvery, ont étendu

(1) L'auteur aurait pu dire " le plus grand ", si un sentiment de modestie ne lui avait inspiré de rester plutôt au-dessous de la vérité. Le collège de Trichinopoly compte aujourd'hui environ 1500 élèves *(Note de la rédaction)*.

quelque peu le champ de nos observations. Nous en ferons connaître ici le résultat en ce qui touche les abeilles.

Qu'on nous permette, avant d'aller plus loin, de raconter comment nous avons été conduit à nous occuper spécialement de ces hyménoptères.

C'était durant les vacances de mai 1889, temps des grandes chaleurs, où professeurs et élèves doivent se résigner au repos. Des vacances sont bien prosaïques par un temps pareil. Le sol est brûlé, le Cauvery est à sec ; de huit heures du matin à cinq heures du soir, on est dans une quasi-impossibilité de sortir.

Tout alors est bienvenu qui peut rompre la monotonie de l'existence. C'est ce qui nous était réservé cette année-là, d'une manière on ne peut plus inattendue. Nous étions dans la maison de campagne dont j'ai parlé plus haut. La matinée était assez avancée; soudain, au milieu du calme de l'atmosphère, s'élève un bruissement formidable. On se met aux fenêtres pour examiner les cimes des palmiers : pas la plus légère brise ne les agite. Néanmoins le bruit augmente de plus en plus, et presque avant qu'on eût eu le temps d'en deviner la cause, un énorme essaim d'abeilles envahit l'unique et grande salle du premier étage. Énorme en vérité, car les plus forts essaims d'*Apis mellifica*, ou même plusieurs essaims réunis ensemble, sont insignifiants auprès de celui-là. Les nouveau-venues, sans plus de cérémonie, s'établissent sur une grosse poutre et y forment une grappe d'environ un mètre de diamètre sur vingt centimètres d'épaisseur.

Deux heures à peine s'étaient écoulées, lorsqu'un autre essaim de la même espèce pénètre dans l'appartement et va se fixer sur la poutre voisine. A une si petite distance, des querelles devaient éclater entre les deux colonies; celles-ci en vinrent bien vite aux prises et le combat fut meurtrier. Le résultat définitif ayant été la fuite précipitée du premier essaim, nous remarquâmes à son départ

qu'il avait déjà eu le temps de bâtir un gâteau large comme la main.

Le fait était plus que suffisant pour nous intéresser à ces laborieux insectes ; il fut convenu qu'on ne chasserait point l'essaim vainqueur, malgré le caractère peu rassurant qu'il venait de montrer. Du reste, nous nous aperçûmes bien vite que nos abeilles s'occupaient assez peu de nous, à condition que de notre côté nous les laissions tranquilles. Nous pouvions aller et venir dans l'appartement comme si de rien n'était.

En deux mois et demi, un énorme gâteau fut bâti, et l'on pouvait déjà voir par le haut les deux grandes cellules à miel faisant saillie des deux côtés. Durant ce temps, les classes avaient recommencé, et nous ne faisions plus que des visites hebdomadaires à la maison de campagne. Néanmoins les abeilles avaient tellement perdu de leur intérêt d'actualité qu'on commençait à ne plus les considérer qu'au point de vue des inconvénients.

En qualité d'entomologiste et par amour pour la science, j'essayai d'intercéder en leur faveur ; mais tout fut inutile, et l'on jugea que c'était précisément moi qui devais me charger d'exécuter l'arrêt de leur expulsion.

Je ne songeai tout d'abord qu'à obtenir le gâteau parfait, avec ses diverses cellules, et des spécimens de mâles, reine et ouvrières. Dans ce but, une caisse fut sommairement disposée ; elle mesurait $1^{m},50$ de longueur, presque autant de profondeur et environ 30 centimètres de largeur. Deux larges ouvertures y furent laissées à la partie inférieure et quelques trous furent percés vers le milieu, destinés à recevoir de fortes chevilles qui devaient maintenir le gâteau.

Ces préparatifs terminés et le soir venu, je me protégeai avec soin les mains et la figure, et hissé, avec deux aides, sur un échafaudage de tables, j'eus bientôt réussi à faire entrer dans la caisse gâteau et abeilles, à enfoncer les chevilles de soutien et à détacher la masse de la

poutre. Le poids était énorme ! Tout avait réussi jusque-là : nous avions bien laissé sur la poutre un certain nombre d'abeilles et le miel coulait partout en abondance, mais le gâteau paraissait bien fixé ; nous songeâmes à l'emporter au collège. Les désagréments furent occasionnés par la chaleur et les cahots. Bientôt le miel se mit à ruisseler de la caisse en telle abondance qu'on aurait pu le recueillir au fond du char. En ouvrant la boîte, à notre arrivée, nous pûmes nous convaincre qu'une partie de la masse s'était affaissée et que les deux tiers environ des abeilles étaient noyées dans le miel.

Mon premier essai avait ainsi tourné en désastre, mais il m'avait familiarisé avec les abeilles. Je n'attendis plus, désormais, qu'elles vinssent me trouver ; j'allai moi-même les chercher dans leurs gîtes.

Le premier résultat de mes expéditions fut la conviction qu'il existe au moins quatre espèces d'abeilles sauvages dans la région. Lorsque plus tard des livres m'arrivèrent, je pus les distinguer par des noms plus savants que ceux que je leur avais donnés tout d'abord, et elles se trouvèrent être : *Apis indica*, *A. dorsata*, la victime de mes premiers exploits, *A. florea* ou *socialis*, et une petite trigone, *Trigona iridipennis*.

Toutefois, à part les noms, quelques caractères plus ou moins exacts des ouvrières et quelques détails plus circonstanciés sur l'*Apis indica*, les livres ne m'apprirent rien sur tout le reste et étaient tous unanimes à m'assurer qu'on n'en connaissait pas davantage.

Peu de groupes cependant dans la faune de l'Inde offrent un intérêt comparable à celui des abeilles. Les essaims de diverses espèces se trouvent partout et souvent à découvert ; aussi il n'est pas besoin de ruches spéciales pour les voir travailler et observer leur admirable instinct dans son naturel le plus complet.

Au premier rang, non à cause de sa grosseur mais à cause de sa ressemblance avec l'abeille d'Europe, vient l'*Apis indica*.

Certains auteurs voient en elle la souche de l'*Apis mellifica*. Il nous semble, en effet, qu'il y a beaucoup plus de raisons pour placer ici le centre d'apparition de l'abeille que dans les plaines de l'Asie mineure. Ici, presque personne ne s'occupe d'elle et ne s'en est jamais occupé autrement que pour lui voler son miel ; malgré cela, depuis les plaines brûlées du sud de l'Inde jusqu'aux régions plus tempérées du nord et les versants des Himalayas, à des hauteurs où l'on voit la neige et la glace en hiver, cette abeille se trouve partout en abondance et sait seule s'adapter à ces divers changements de climat.

Les variations, bien entendu, sont en rapport avec la diversité des conditions climatériques, et ceci n'est pas le point le moins intéressant dans l'étude de cette abeille. Par suite de ces variations, un spécimen de vraie *Apis indica,* marquée comme venant de Ceylan et qui a dû être pris sur les hauts plateaux de l'île, à *Kandy* par exemple, a été considéré comme distinct et décrit sous le nom de *A. Peroni*, alors qu'une étude plus approfondie aurait démontré que ce n'était qu'une variété locale reproduisant les caractéristiques de l'abeille trouvée à Timor. Nous serions même porté à croire qu'on pourrait encore aller plus loin dans cette voie et trouver qu'il n'y a que des différences de race entre les *AA. mellifica, indica, fasciata, Adansoni*, et peut-être *rufescens*. La facilité des croisements de toutes ces espèces, du moins sûrement de la seconde et de la troisième avec l'*A. mellifica*, et la fécondité normale qui les accompagne, en sont une preuve assez convaincante. La fusion des caractères très prononcée, surtout si l'on tient compte des variétés, semble confirmer ces vues.

Si nous prenons comme type de l'abeille en question la forme de la plaine, on peut en donner la description suivante :

Longueur des ouvrières, $11^{mm},5$; abdomen à bandes alternativement ocre jaune clair et ocre brun, noircissant de plus en plus vers l'extrémité ; livrée générale un peu plus claire que celle d'*A. mellifica*. Mâles environ de même longueur que les ouvrières, mais plus gros, à abdomen noirâtre, sans bandes ; leur livrée générale noirâtre. La reine se distingue difficilement des ouvrières, même par la grandeur.

Les particularités offertes par la variété propre au sommet des Ghauts sont :

Longueur des ouvrières, 13^{mm} ; bandes de l'abdomen alternativement jaunes ou blanchâtres et noires ; livrée générale un peu noire ; corps proportionnellement un peu plus épais que dans le type de la plaine. Mâles, un peu plus courts mais plus gros, noirs et très velus.

Dans la plaine, l'*A. indica* bâtit six cellules d'ouvrières et cinq de mâles par pouce de longueur ; sur les montagnes, environ cinq d'ouvrières et quatre de mâles.

Nous ne donnons ici que les deux formes extrêmes, car, entre les deux, il y a tous les passages.

Toutes les variétés sont très prolifiques, celle de la plaine plus que les autres ; mais, en revanche, celle de la montagne est beaucoup plus productive. L'abeille de la plaine, en effet, semble refléter l'insouciance de l'Indien et avoir pris son parti d'une vie rude et d'un mauvais logement. Jamais elle ne perd son temps à boucher avec de la propolis les trous des arbres ou même des ruches qu'elle habite. On ne voit pas d'ailleurs ce qui la guide dans le choix d'une habitation. Nous avons eu un essaim logé dans le creux d'un tronc d'arbre largement ouvert, non seulement par le côté, mais par le haut, au mieux pour recevoir la pluie.

Elles partagent généralement leur intérieur avec des blattes, des araignées, des geckos, sans trop paraître se préoccuper de la présence de ces hôtes. Cependant, quand elles sont en bon nombre, elles se montrent plus exigeantes et gardent assez bien l'entrée de la ruche.

L'abeille des montagnes, au contraire, est non seulement beaucoup plus active, mais aussi plus soigneuse dans le choix et la garde de son domicile.

L'une et l'autre sont fort traitables, et sous ce rapport aussi aptes à la culture que n'importe quelle autre variété. Ce n'est pourtant que tout récemment que des essais sérieux ont été faits à cet égard, à la fois dans la plaine et sur les montagnes; mais, malgré le zèle des rares apiculteurs européens, nous craignons bien que les Indiens ne préfèrent encore pendant longtemps leur vieux système de chasse aux abeilles et d'enfumage sans pitié, lequel leur fournit le plus souvent à peine plus d'un demi-litre de miel par ruche.

Ces essais, du reste, ont donné des résultats très satisfaisants. Un apiculteur de Calcutta a cultivé avec plein succès la pure abeille indienne, selon le système anglais. Néanmoins, soit avantage réel, soit routine ou parti pris, on préfère, là où l'on peut les cultiver, sur les montagnes par exemple, des métis d'*A. ligustica*, ou même des ruches exclusivement composées de ces dernières.

Voici un fait assez curieux concernant l'abeille indienne : elle travaille, du moins dans la plaine, toute l'année, quelle que soit la chaleur, et son activité dépend seulement de l'abondance des fleurs qu'elle préfère.

Le géant des abeilles connues est l'*Apis dorsata* (1). Moins répandue dans la plaine que dans les montagnes, son habitat favori semble être dans le sud entre 300 et 2000 mètres d'altitude. Nous n'avons jamais vu d'essaims de cette espèce au-dessus de 2000 mètres, et dans la plaine ils sont assez rares, tandis qu'on voit partout ces abeilles aux altitudes intermédiaires. Leur vol puissant leur permet cependant d'aller butiner jusqu'à des hauteurs de plus de 2500 mètres. Leur bour-

(1) Voir la planche à la fin de l'article.

donnement ressemble à celui des bourdons et, rien qu'à les entendre, on devine que ce sont des travailleuses qui veulent s'acquitter sérieusement de leur tâche. S'il vous arrive dans les montagnes de passer sous des acacias d'Australie ou des ailantes du Japon, par exemple, votre attention est immédiatement attirée par des compagnies nombreuses d'*AA. indica* et *dorsata* mêlant leurs notes graves et aiguës dans une agréable symphonie. Levez les yeux alors et vous verrez que ce qui domine, c'est l'*A. dorsata*. Les abeilles de cette espèce voltigent rapidement de ci de là, se heurtant les unes contre les autres ou contre leurs plus petites congénères, butinant toujours avec une vraie fureur et continuant de rouler avec rapidité leurs grosses pelotes de pollen sans faire attention à ce qui se passe autour d'elles. Aussi, malheur à elles si quelque lézard se trouve dans les environs : ce sont elles surtout qui feront les frais de son déjeuner.

Elles ne bâtissent qu'un seul gâteau, de plus d'un mètre de diamètre. Les cellules des ouvrières et des mâles sont de la même grandeur : $5^{mm},5$ de longueur sur 15^{mm} de profondeur. Les cellules à miel, qui se trouvent au sommet, mais plus spécialement sur un côté, sont un peu plus grandes; elles ont $6^{mm},5$ de longueur et jusqu'à 7 centimètres de profondeur.

Cet unique gâteau est toujours construit en plein air, sous les grosses branches des arbres, les avancements de rocher, les portiques des villes ou des pagodes et en d'autres lieux de ce genre. Ainsi exposées sans protection, elles ne sont cependant jamais troublées par les chauves-souris et autres gobe-mouches qui souvent partagent avec elles le même gîte. Seule la fausse teigne trouve parfois moyen de se glisser dans leurs cellules; ces abeilles l'ont en telle horreur que nous avons vu un gâteau déserté à cause de la seule présence de deux ou trois larves de ce lépidoptère ravageur. Expérience faite, nous ne croyons pas que leur piqûre soit plus douloureuse ou

plus dangereuse que celle des autres abeilles ; mais leur caractère semble plus irritable, surtout à de certains moments où il ne serait pas prudent d'aller les tourmenter.

Nous rappellerons à ce propos un fait qui est de nature à édifier sur ce côté de leur histoire. Certains amateurs se promenaient un jour sur la montagne, quand le bruit d'un gros essaim les détermina à pénétrer dans le fourré voisin pour aller à sa recherche. Il était suspendu à une branche d'arbre élevée mais d'un accès facile. Le sans-gêne avec lequel ces amateurs m'avaient vu traiter ces abeilles en d'autres circonstances les enhardit à monter sur l'arbre pour voir l'essaim de plus près. Malheureusement, durant l'escalade, chacun de leurs mouvements agitait sans qu'ils s'en aperçussent une petite branche qui se trouvait juste en face du gâteau et agissait à la façon d'un balai sur les abeilles. Celles-ci patientèrent quelques instants ; mais à la fin la patience les abandonne, et elles livrent un assaut général aux visiteurs. Des milliers d'abeilles se répandent immédiatement dans le fourré et tombent impitoyablement sur tous ceux qu'elles rencontrent, continuant leurs poursuites jusqu'à plusieurs centaines de mètres au delà du bois. Chacun des malheureux touristes reçut des vingtaines et des trentaines de piqûres ; mais soit à cause de leur nombre même, soit à cause de la course forcée qui les avait accompagnées, pas la moindre enflure ne se montra ; seulement l'un des accidentés éprouva pendant quelque temps une certaine raideur dans tout le corps.

Le matin du jour suivant j'allai moi-même dans le bois et enfumai les abeilles pour voir en quel état se trouvait leur gâteau. Malgré cela elles ne songèrent nullement à m'attaquer. D'autres fois cependant, sans provocation aucune, elles se sont jetées sur des Indiens qui avaient le malheur de passer sous leur arbre, après quelque trouble de ménage, sans doute.

L'*Apis dorsata* se distingue de toutes les autres espèces

d'abeilles en ce que les mâles sont plus petits que les ouvrières. Longueur des mâles, 16^{mm}; des ouvrières, 18^{mm}. En revanche, la longueur des ailes est proportionnellement plus grande chez les mâles : 13^{mm}, 5, tandis que chez les ouvrières elle n'est que de 14^{mm}. — Durant plus d'un mois, nous avons observé chaque jour leur gâteau en tout sens, à quelques mètres de distance seulement; même avec l'aide d'une longue-vue, nous n'avons jamais pu distinguer leur reine, d'où nous concluons qu'elle ne doit pas différer beaucoup des ouvrières.

Les autres caractéristiques de l'ouvrière sont : corselet noir avec poils roussâtres ; ailes rousses, surtout au milieu, avec reflet violet; écusson jaunâtre; abdomen couvert de duvet en dessus, roux sur les trois premiers segments, assez souvent fortement brun ou noir sur les autres, avec des taches latérales brunes. Chez le mâle : corselet brun, avec poils blanchâtres ; abdomen plus obtus; pas de taches latérales ; dessous de l'abdomen couvert d'un assez long duvet blanchâtre, surtout vers l'extrémité. Pas de variation avec les altitudes.

Certains auteurs ont avancé, certainement sans aucun fondement, que cette abeille pouvait s'élever dans des ruches. Pour dire vrai, on n'a jamais essayé de le faire ; et, tant son habitude de ne bâtir qu'un seul gâteau, que son amour du grand air et du large, rendent tout espoir de culture sérieuse assez problématique. La grande difficulté sera toujours de modifier son instinct au point de l'accoutumer à bâtir dans des ruches et avec plusieurs gâteaux.

Nous ne savons trop ce qu'un apiculteur expérimenté trouverait de pratique dans le procédé suivant. Nous proposerions de prendre une reine fécondée de cette espèce, et de la donner à des abeilles indiennes ou autres, avec des morceaux de gâteaux de l'*A. dorsata :* si elles consentaient à en prendre soin, la progéniture de la reine s'accoutumerait peut-être à rester dans une ruche et à bâtir des

gâteaux parallèles, et serait ainsi rendue propre à la culture. Un apiculteur habile et expérimenté, avec sept ou huit reines pour répéter ses essais, finirait-il par réussir, ou du moins par arriver à quelque résultat? Que si l'on voulait simplement exploiter un essaim qui viendrait par hasard s'établir dans le voisinage, nous avons des raisons de croire qu'il suffirait de préparer toutes choses dans les premiers jours de manière à ce que le gâteau dût enclaver cinq ou six traverses. De la sorte, le gâteau serait attaché non seulement à la poutre ou à la branche, mais aussi aux traverses que l'on pourrait fixer à un cadre parfaitement ouvert. Alors rien n'empêcherait, chaque trimestre, de couper le haut du gâteau du côté ou se trouve le miel, et on aurait ainsi une récolte abondante. Peut-être pourrait-on même aller plus loin et couper par le bas des parties de gâteau avec cellules de reines et de mâles, les fixer à une assez grande distance sur un arbre ou dans un appartement différent et obtenir ainsi des essaims artificiels; car, pour les essaims naturels, il ne faut pas songer à les recueillir : toute espèce de ruche, au lieu de les attirer, les ferait simplement fuir. Ce dernier moyen, à part ce qui regarde les essaims artificiels, est d'une réussite assez probable; mais, comme on le voit, le résultat en serait précaire et tout au plus bon pour satisfaire un amateur. Il reste donc le premier moyen, bien qu'il soit beaucoup plus difficile, vu qu'il tend à changer ou à modifier considérablement l'instinct. Sa réussite serait un vrai événement dans le domaine de l'apiculture. Les ruches de quelques décimètres cubes de capacité devraient se changer en ruches d'un mètre cube, et les traverses devraient avoir jusqu'à neuf ou dix centimètres de largeur.

Les Indiens, très friands de miel, ont leurs systèmes à eux. Le premier et le plus pratique est tout simplement de chasser les abeilles et d'emporter le gâteau. Un autre moyen plus original, moins lucratif et assez dangereux pour l'opérateur, consiste à appliquer sur le gâteau, du

côté du miel, un long bambou percé et à s'en servir comme d'un suçoir. C'est du moins ce que plusieurs nous ont attesté avoir fait ou vu faire. Après tout, le moyen n'est pas peut-être si nouveau : Jonathas aurait bien pu se servir ainsi de sa baguette.

La plus grande similitude de mœurs rapproche l'*A. dorsata* d'une autre espèce, beaucoup plus petite et beaucoup moins utile, l'*A. florea* ou *socialis*. Le centre d'opération de celle-ci semble être la plaine et, comme elle ne va jamais butiner bien loin de son gîte, on ne la trouve jamais au-dessus de 1800 mètres de hauteur.

Comme l'*A. dorsata*, elle ne bâtit qu'un seul gâteau qu'elle suspend à des brindilles, dans les buissons, sur les arbres ; assez souvent même elle le fixe à plat sur les feuilles des palmiers ou sur quelque panneau de porte ou de fenêtre. Jamais on ne la trouve dans des creux. Elle veut pour son gâteau, autant que possible, un espace libre ; toutefois si, au cours de l'établissement, quelque branche ou quelque brindille vient côtoyer sa bâtisse, elle l'englobe dans le tout. Elle a une facilité d'adaptation dont nous ne nous serions pas douté. En remuant un de ces gâteaux, que nous avions mis dans une boîte, nous en fîmes tomber toute la partie du fond. Nous la ramassâmes et la plaçâmes horizontalement, partie sur la baguette qui soutenait le gâteau, partie sur une autre traverse parallèle que nous mîmes pour la circonstance. Trois jours après, à notre grand étonnement, nous trouvâmes le morceau de gâteau cassé relevé presque perpendiculairement au-dessus du premier, et solidement fixé au moyen de cellules irrégulières.

Les cellules d'ouvrières sont au nombre de près de quatre par centimètre, et ont environ 6^{mm} de profondeur. Celles des mâles, au contraire, sont beaucoup plus grosses, environ deux par centimètre, avec près d'un millimètre et demi de profondeur. Celles des reines

ont 2^{mm}, 5 de long et 12^{mm} d'épaisseur. Enfin les cellules à miel sont au nombre de trois par centimètre et ont jusqu'à 13^{mm} de profondeur.

Le gâteau a toujours atteint son complet accroissement (20 à 25 centimètres de diamètre environ) avant que les cellules des mâles viennent s'y ajouter comme un appendice. Immédiatement au-dessous sont attachées jusqu'à six ou sept cellules de reines.

L'ouvrière est noire, à ailes transparentes, avec les trois premiers segments de l'abdomen d'un ferrugineux pâle, les autres à bandes noires et blanches; une pubescence blanche s'observe sur le corselet et le long de la marge des segments de l'abdomen. Longueur, 9^{mm}. Forme générale comparativement allongée.

Le mâle est tout noir, avec un duvet blanc sur tout le corps, excepté sur le dessus des derniers segments de l'abdomen; ses yeux sont bleus; il est gros et ventru; sa longueur est de $12^{mm},5$.

La reine a le corselet noir, les deux premiers segments de l'abdomen ferrugineux, les autres à bandes alternativement ferrugineuses et noires; sa longueur est de 14^{mm}.

Ces abeilles ont ceci de particulier qu'en volant ou en butinant elles ne produisent pas de bruit, du moins perceptible.

La quantité de miel qu'elles donnent est insignifiante, un quart de litre tout au plus, quand l'essaim est populeux. Mais la facilité de se les procurer, et leur habitude de bâtir à ciel ouvert en font d'excellents sujets d'observation. On peut les transporter sur leur branche d'un endroit à un autre, ou même les mettre dans une boîte, pourvu qu'on leur laisse de larges ouvertures.

En dépit de leur exposition au grand air, elles ne sont jamais attaquées par la fausse teigne. Mais après avoir passé une année sur un gâteau, elles semblent s'en dégoûter et en abandonnent le bas aux rats et aux chacals. L'*A. dorsata* semble faire la même chose; nous avons du

moins trouvé de leurs gâteaux complets, sans trace de fausse teigne ou de faux couvain, et cependant abandonnés.

Une autre particularité réunit encore ces deux espèces d'abeilles. Ici, dans la plaine du moins, il n'y a pas d'hiver, et l'*A. indica* va butiner le miel et le pollen durant toute l'année. L'*A. florea* et l'*A. dorsata*, au contraire, ont chaque année une suspension presque totale de travail, depuis le commencement de novembre jusqu'au commencement de janvier. Durant ce temps, elles sortent quelque peu, surtout vers midi, mais on ne sait pas trop pourquoi. S'il leur arrive de n'avoir pas de gâteau au commencement de cette période, elles ne le commencent pas, et si elles l'ont commencé, elles ne le continuent pas. C'est du moins ce que nous avons invariablement remarqué sur tous les essaims de l'une ou de l'autre espèce qu'il nous a été donné de voir durant cette saison. Une fois, entre autres, un gros essaim d'*A. dorsata* ayant été chassé de la pagode voisine, était allé s'établir sur une grosse branche d'acacia. Nous l'abandonnâmes à lui-même pendant plus d'un mois, et quand nous crûmes que les abeilles avaient avancé leur gâteau, nous fîmes couper la branche et la transportâmes à grand renfort de coolies au haut du collège; mais ce fut peine inutile: il n'y avait pas trace de gâteau, de sorte que, n'ayant rien qui les attachât à cette branche, elles s'enfuirent deux jours après.

On ne peut pas néanmoins expliquer cette inaction par le froid, car le thermomètre marque tout le temps une moyenne de 29°, température bien supérieure à celle que ces mêmes abeilles ont, même au fort de l'été, dans certaines parties des montagnes.

Nous avons déjà parlé de la façon dont ces abeilles, l'*A. florea* surtout, s'accommodent facilement de toute sorte de gîte. Il paraît néanmoins que, pour fixer leur choix, elles doivent longtemps délibérer. Nous avons vu des essaims des deux espèces rester jusqu'à cinq ou six jours sur une branche près de leur ruche, attendant que les

éclaireurs en eussent trouvé une autre à leur goût. Que ces éclaireurs de leur côté soient des fonctionnaires consciencieux, le fait suivant en fait foi.

Il y avait déjà quelque temps que nous étions visités presque chaque soir par quelque *A. dorsata*. Elles passaient et repassaient sur la terrasse et à travers les corridors des étages supérieurs, comme si elles voulaient faire une inspection des lieux. Leur présence m'intriguait d'autant plus que, auparavant, je ne les avais vues que rarement sur les fleurs du jardin. D'un autre côté le collège me semblait trop habité pour que je pusse espérer de les voir venir s'établir si près de moi. Un beau matin cependant, vers les dix heures, ce n'est plus une à une, mais par centaines que les abeilles envahissent le corridor du deuxième étage, pénètrent dans les chambres, examinent tous les coins et recoins, se réunissant toujours de plus en plus nombreuses sur une poutre à l'entrée Est du corridor. La visite alla ainsi son train depuis dix heures jusque vers midi. A ce moment, le nombre des exploratrices diminua, et vers deux heures il n'en restait plus une seule. Leur manière d'agir me portait à croire que l'inspection avait été favorable et qu'un essaim ne tarderait pas à venir. Il vint en effet, quelque trente minutes plus tard. Des occupations obligées ne me permirent point d'assister à son installation, mais quand je revins, je trouvai les abeilles s'exerçant à passer sous les arceaux sans se cogner.

Y a-t-il dans ces longues délibérations pour le choix d'un gîte quelque chose qui ressemble à du parlementarisme? Cela pourrait expliquer aux yeux de quelques malins que les pauvres abeilles choisissent d'ordinaire si mal. Mais évitons l'introduction irrationnelle de l'anthropomorphisme dans les affaires des bêtes et disons simplement que tel est l'instinct de nos abeilles. Il ne faut pas lui demander le pourquoi des choses. Quant à des idées, à des raisonnements embryonnaires, mes observations n'ont

guère abouti qu'à en constater l'absence totale. Voici entre autres un fait que l'on peut rapprocher de ceux qui ont été si finement étudiés sur d'autres hyménoptères par M. H. Fabre.

Je surveillais depuis quelque temps un essaim d'*A. florea,* pour prendre le gâteau aussitôt qu'il serait complet. Croyant enfin le moment venu, j'enferme l'essaim dans une boîte, et au moyen de vapeurs de tabac je fais tomber les abeilles. Malheureusement je m'aperçois un peu trop tard qu'il me manquait un important desideratum ; les cellules de miel, d'ouvrières, et de mâles étaient toutes fermées, mais pas de cellules de reines. Ne sachant trop que faire du gâteau, je l'exposai tout découvert dans une boîte à moitié fermée, à l'abri des fourmis et des rats.

La fausse teigne aurait eu beau jeu sur un gâteau ainsi exposé et rempli de couvain, s'il s'était agi de toute autre espèce d'abeilles ; mais pour celles-ci, elle n'y toucha même pas. Trois ou quatre jours après, le gâteau fut couvert de jeunes ouvrières, qui se faisaient la toilette les unes aux autres et surtout s'occupaient beaucoup des cellules de mâles. Elles ne sortaient que rarement et presque uniquement pour voltiger autour de la boîte. Après la sortie des mâles cependant, elles semblèrent se remuer un peu plus, et je fus quelque temps à me demander si elles n'avaient pas réussi à se faire une reine. Après dix ou douze jours passés ainsi, cette vie factice disparut. Les alvéoles à miel, bien que soigneusement fermées, étaient entièrement vides ; aucune offre de nourriture n'était acceptée, et les abeilles semblaient déterminées à se laisser mourir. C'est ce qui arriva, en effet, assez vite. Alors seulement je retirai le gâteau de la boîte, et quel ne fut pas mon étonnement de voir que les jeunes abeilles avaient construit cinq cellules royales, dont deux étaient fermées sans rien dedans. Évidemment ces pauvres bêtes avaient agi tout comme si elles avaient été avec leur vieil

essaim, sans se douter du changement de circonstances. En temps ordinaire elles auraient dû faire les fonctions d'ouvrières, s'occuper des cellules déjà fermées, réparer le gâteau, construire les palais des reines ; elles avaient rempli leurs fonctions jusqu'au bout. Pour aller plus loin, la présence d'une reine était nécessaire, et comme elle ne paraissait pas à temps, les abeilles n'avaient pu faire autre chose que se laisser mourir.

Mais voici que les remarques sur l'instinct des abeilles nous ont entraîné déjà bien loin, et nous ont presque fait oublier les intéressantes trigones.

Ce genre a son centre principal dans l'Amérique du Sud, où il est représenté par un grand nombre d'espèces. Elles se subdivisent en deux groupes principaux : les mellipones, représentées par les plus grosses espèces, et les trigones, qui au contraire sont toutes très petites.

Jusqu'à présent on n'a remarqué dans l'Inde que deux espèces, peut-être même seulement deux variétés, du dernier groupe : *Trigona vidua* L. de S^{t}.-F., et *Trigona iridipennis* Smith.

M. de Saussure a bien voulu m'assurer que l'espèce dont je m'occupe était bien la *Tr. iridipennis*. C'est la plus commune de nos abeilles indigènes. Pour se loger, elle s'accommode de tout, d'un tronc d'arbre, d'une crevasse de mur, d'un tas de pierres, d'un nid de termites. Dans ce dernier cas, elle sait, au besoin, exécuter les travaux d'adaptation convenables, boucher un trou trop grand, consolider les cloisons des couloirs et fermer la porte au propriétaire ou à tout autre compétiteur.

Pauvre petite trigone, malgré toute son habileté et son énergie, elle est méprisée comme une arriérée, comme l'anthropopithèque des abeilles. C'est Darwin qui l'a dit ; Darwin, le grand observateur d'après le Dr. Bastian, le grand logicien d'après le trop modeste M. Perrier : et devant une telle assertion, tous, paraît-il, n'ont plus qu'à s'incliner.

Ma petite trigone m'a cependant trop intéressé pour que je la laisse ainsi sans un mot de défense.

Voyons d'abord la logique de Darwin, dans un passage de son livre *Origin of Species,* pp. 227, 235. Partant du fait que ces apiens bâtissent des cellules plus ou moins rondes selon les alentours (fait qui n'en est certainement pas un pour la trigone en question), l'auteur explique avec la plus grande facilité le développement subséquent dans la direction des cellules hexagonales régulières.

« Nous devons *supposer,* dit-il, que les mellipones arrivèrent à construire des cellules vraiment sphériques et d'égales dimensions, et *ceci ne serait pas très surprenant,* vu qu'elles le font déjà jusqu'à un certain point... Nous devons *supposer* secondement qu'elles se mirent à les arranger en couches égales... Nous devons de plus *supposer,* et ceci est *le point le plus difficile,* que chaque mellipone parvint à juger d'une façon ou d'une autre à quelle distance précise elle devait se tenir par rapport aux autres ouvrières... Nous avons après cela à *supposer,* et *ceci n'offre aucune difficulté,* qu'une fois les cellules hexagones trouvées, elles ont pu les prolonger selon les besoins... C'est ainsi que peut s'expliquer, par la seule sélection naturelle, le plus merveilleux des instincts. »

Je laisse au lecteur d'apprécier jusqu'à quel point le rigoureux logicien se montre ici difficile pour accumuler les hypothèses, sans se préoccuper de savoir si cette accumulation même n'introduit pas, dans l'espèce, une réelle impossibilité.

Voilà donc que dans l'idée darwinienne les abeilles, avec leur fameuse solution des cellules hexagonales, sont devenues les premiers ancêtres des géomètres : soit, mais alors il faut encore plus leur accorder et les compter aussi parmi les maîtres des stratégistes et des hommes de guerre. Nous voulons dire, pour en revenir au simple exposé des faits, qu'elles sont remarquables par leur bravoure et par tout un système de défense savamment combiné.

Au lieu de l'unique pièce d'ameublement que vous voyez chez les autres abeilles, vous trouvez chez elles l'ordre dans la variété. D'abord à l'entrée, voici une vraie guérite, on ne peut mieux organisée pour la défense, et dont le passage est constamment gardé par une rangée de fortes mandibules. Gare à la fourmi, même la plus vorace, qui viendra s'y risquer : elle ne s'en ira pas avec toutes ses pattes. Juste derrière les sentinelles, la chambre-guérite se termine par un couloir très étroit, où une seconde défense peut s'organiser à l'instant contre l'envahisseur. Tout cela cependant ne semble pas suffire. Cette guérite, si parfaite qu'elle soit, ne communique avec l'intérieur qu'au moyen d'un boyau plus ou moins long et surtout aussi tortueux que possible. Nous voici enfin à l'intérieur.

Immédiatement au sortir du couloir se trouvent ordinairement les colonnes de pollen, ressemblant assez à des piles de balles massées les unes contre les autres. Puis vient un réseau de cellules à formes irrégulières, et disposées de diverses façons ; elles contiennent des larves ou du miel d'une qualité spéciale et d'un goût acidulé très délicat. Derrière, et attachés le long des parois de la ruche, se trouvent des sacs de miel ordinaire en forme de pruneaux. Enfin au-dessus, disposées en grappes, se trouvent les cellules oviformes contenant les larves d'ouvrières.

Tout en examinant ainsi l'intérieur, aux dépens de quelques piqûres sans suites fâcheuses, vous en avez sans doute admiré la propreté et surtout vous n'aurez pas manqué d'essayer la solidité des cloisons et des revêtements que vous aurez pu apercevoir. N'allez pas cependant croire que vous connaissez encore toutes les ressources de ces industrieux insectes ; car si vous les mettez dans une boîte en verre, avec un couvercle qui laisse passer la lumière ou que vous ouvrez trop souvent, vous verrez qu'un beau jour, à votre grand désappointement, toutes

les constructions seront couvertes d'un voile roussâtre un peu diaphane, laissant seulement voir des ombres de trigones qui semblent vous narguer et s'applaudir d'avoir mis fin à vos indiscrétions.

Après cela vraiment si vous n'êtes pas de mon avis, et si vous persistez à voir dans l'instinct de cet insecte des signes de dégradation, votre partialité sera pour moi un problème presque aussi difficile à résoudre que celui des cellules hexagonales.

Si les descriptions de mellipones ou trigones que j'ai lues sont complètes, comme elles semblent l'être, notre espèce se distingue de toutes les autres par la présence de deux sortes de miel, trois sortes de cire, différentes non seulement de couleur, mais de composition, et l'absence d'un ordre fixe dans les constructions.

Le mâle est plus long : $4^{mm},5$, et se distingue en outre par les caractères suivants : abdomen à bandes alternativement blanches et d'un brun métallique foncé, de forme arrondie ; antennes de treize articles, avec sommet légèrement contourné. On les trouve toute l'année, et s'il nous est permis de généraliser nos observations, nous croyons pouvoir dire qu'ils sont les derniers à mourir dans un essaim sans reine. Ils savent eux-mêmes prendre leur nourriture, arranger les divers matériaux apportés par les ouvrières, et, quand il s'agit d'attaquer un visiteur intrus, ils sont souvent des premiers et des plus acharnés.

La reine, même non fécondée, est plus longue que le mâle : $5^{mm},5$; mais, une fois son abdomen distendu par le développement des œufs, elle mesure jusqu'à 9^{mm}, et quelquefois davantage. Le corselet est noir, un peu plus mince et plus long que chez l'ouvrière ; le front est entièrement glabre, mais les pattes sont couvertes d'un long duvet roussâtre.

Les cellules de reines se trouvent au milieu des grappes de cellules d'ouvrières, et sont attachées de la même façon. Celles des mâles, au contraire, se trouvent géné-

ralement à l'entrée et sont attachées, de deux ou trois côtés, par de larges traverses en forme de treillis. Ces cellules sont construites dès le début, et souvent les premières de toutes. Leur forme est arrondie, tandis que les cellules de reines et d'ouvrières sont ovoïdes. Voici les longueurs respectives de ces différentes cellules : cellules d'ouvrières, 3^{mm} ; de mâles, $3^{mm},5$; de reines, 5^{mm}. Quant au pollen, il est enfermé dans des capsules spéciales, de forme arrondie et de 8 à 9^{mm} de diamètre, entassées sans ordre ou bien arrangées en piles.

La présence simultanée de plusieurs reines fertiles est un fait assez ordinaire chez ces trigones ; mais nous croyons que, quand elles en manquent, elles ont au moins autant de difficulté que les autres abeilles pour s'en procurer. Nous avons vu ainsi périr un essaim dont les derniers survivants furent des mâles. Quand l'essaim est faible, la reine peu fertile ou absente, ou quand il y a de grands travaux à faire dans la ruche, ces petites abeilles en ferment hermétiquement toutes les avenues, pendant des semaines entières, et si, durant ce temps, les affaires n'ont pu être réglées d'une manière satisfaisante, elles tâchent de vivoter sans sortir, avec le reste des provisions, aussi longtemps qu'elles le peuvent.

Elles essaiment comme les autres abeilles, mais elles ont ceci de particulier qu'elles aiment à vivre auprès de leurs congénères.

Le même tronc, la même fente de mur abrite souvent autant de colonies qu'il y a de place disponible ; bien plus, deux ou trois essaims s'accommodent de la même cavité, pourvu qu'elle ait plusieurs ouvertures distinctes : toute confusion de ménage est alors empêchée par de solides cloisons.

L'essaimage a lieu probablement tous les deux mois, tandis que les autres abeilles, même dans la plaine, n'essaiment que deux ou trois fois par an.

La longueur de l'ouvrière est de 4^{mm} ; elle a le corps

noir, métallique et glabre, à l'exception du front qui est couvert d'un duvet blanchâtre ; l'abdomen est subtriangulaire, les ailes sont fortement irisées.

La grandeur des nids varie selon le local ou la population. Un de ceux que nous avons examinés avait 45 cent. de long et 7 ou 8 cent. de diamètre. Un des premiers travaux d'aménagement est d'élever des colonnades ou nervures, toutes rattachées les unes aux autres et qui parfois sont du coup fixées au haut, ou bien encore montent graduellement, toujours un peu au-dessus des diverses cellules qui s'y rattachent.

Les jeunes abeilles gardent près de quinze jours l'aspect blanchâtre qu'elles avaient en sortant du cocon. Durant tout ce temps, leur abdomen est beaucoup plus large et arrondi, excepté chez la reine ; mais à mesure que les téguments se solidifient et se colorent, la forme subtriangulaire s'accentue de plus en plus. Le bruit que les ouvrières font en éventant la ruche est très strident et peut être entendu à deux ou trois mètres de distance. Quant aux inspections, aux permissions, voire même aux bénédictions de la reine et aux inclinations des ouvrières sur son passage, — cérémonies que décrivent des auteurs, par ailleurs très sérieux, — nous osons dire que tout cela est très sentimental, il est vrai, mais purement subjectif, et, qu'on nous passe le mot, parfaitement puéril. La reine et les autres abeilles se meuvent dans tous les sens, très souvent sans ordre, et sans autre motif que le besoin de se mouvoir ; dans ces divers mouvements où reine et ouvrières s'entrecroisent et se mêlent sans aucune attention, il faut avoir une imagination bien vive pour discerner le moindre signe de respect.

Nous terminerons par une remarque commune à toutes ces espèces d'abeilles. Le miel a, chez toutes, le même goût et la même couleur. Chez les trigones, il est vrai, on en trouve aussi d'une qualité spéciale, mais le gros de

leurs provisions est composé de miel semblable à celui des autres.

Mais ce miel, pour qui les abeilles le récoltent-elles ? Il y a là un problème plus difficile qu'on ne serait généralement porté à le croire. L'exact Réaumur lui-même ne semble pas s'en être préoccupé. « On sait assez, dit-il, que ce n'est pas pour nous que les abeilles font provision de miel, qu'il y a des jours, même des saisons qui ne leur permettent pas d'aller en chercher, où elles iraient du reste inutilement. » Ce serait donc uniquement pour éviter la famine que les abeilles, d'après le savant auteur, récolteraient leurs abondantes provisions. Du reste cette opinion est si universellement reçue que des auteurs, ayant eu à soulever la même question au sujet des mellipones de la Nouvelle-Grenade, contrée où il n'y a pas d'hiver, ont néanmoins répondu à peu près de la même façon.

Dans cette contrée, disent-ils, à deux époques de l'année, mai et juin, novembre et décembre, les plantes ont beaucoup moins de fleurs ; ainsi les mellipones sont forcées de faire une réserve pour ne pas souffrir de la disette (1).

On avouera cependant qu'une telle réponse a d'abord l'inconvénient de ne pas du tout expliquer la présence du grand excès de miel accumulé par les abeilles, excès bien supérieur à leurs besoins. Elle a l'inconvénient plus grave de ne rien expliquer, dans les cas où les abeilles peuvent sortir et récolter au moins ce qui leur est nécessaire au jour le jour.

En fait, elles sortent ici presque également toute l'année et trouvent toujours largement à récolter sur les fleurs basses et surtout sur les palmiers ; elles n'en font pas moins leur surplus de provisions.

Qui d'ailleurs n'a entendu parler d'essaims sauvages ayant d'énormes quantités de miel accumulé durant des années, auxquelles cependant les abeilles ne laissent pas d'ajouter à l'ordinaire ?

(1) Girard, *Les Insectes*, 2e vol., p. 723.

Impossible d'alléguer une idée fixe, une manie qu'elles auraient hérité de leurs ancêtres, vu qu'il faut placer leurs centres d'origine dans des contrées où il n'y a que peu ou point d'hiver.

Les Indiens ont trouvé une réponse à laquelle nous pardonnerions de n'être que risible si elle pouvait dédommager le lecteur de la fatigue qu'il s'est imposée pour étudier avec nous les abeilles de l'Inde. D'après eux, le but de tout ce travail est tout simplement de pouvoir se payer un bon régal une fois par mois. En bonnes Hindoues, très soucieuses des moindres rites, les abeilles choisissent le jour de la nouvelle lune, et le repas est alors tellement copieux, les convives sont si excités, chez l'*A. dorsata* surtout, vrai Gargantua de son espèce, que le miel coule parfois à pleins bords sur les passants. C'est ce que naturellement presque tout le monde a vu, par soi ou par d'autres, en tout cas c'est certainement ce qu'il y a de plus sûr et ce qu'un Occidental arriéré peut seul ne pas croire.

Pour moi, qui suis encore trop Occidental, j'aime à penser, comme Réaumur, que rien n'est inutile dans la nature et qu'un instinct aussi admirable et aussi fécond que celui qui nous occupe doit avoir un but. Pourquoi cet emmagasinage de miel ne serait-il pas un excès de travail imposé aux abeilles par le Créateur et l'Organisateur suprême de cet admirable univers, pour établir un trait d'union entre ces travailleurs et d'autres êtres vivant autour d'eux et pouvant bénéficier de leurs produits ? Tout n'est-il pas lié, harmonisé et subordonné dans la nature, ou voudrait-on n'admettre un but que là où l'agent est capable d'en avoir conscience ?

Que certains trouvent cette solution arriérée, c'est assez probable, mais, hypothèses pour hypothèses, nous préférons celles qui ne se passent pas de Dieu.

J. Castets, S. J.

Fig. I
Ruche d' *Apis* [illegible]

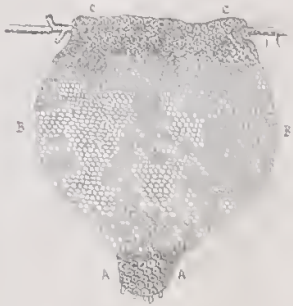


Fig. II.
Ruche d' *Apis florea* ou *sacrata*.
AA Cellules de mâles. — BB Cellules d'ouvrières
CC. Cellules à miel

Fig. III.
Ruche de *Trigona scutipennis* Smith.
AB Sacs à miel — BC. Cellules d'ouvrières
CD. Cellules à pollen.

Gravé d'après nature par H. Saulnier, S. J.

L'ESPAGNE PRÉHISTORIQUE (1)

I

TEMPS QUATERNAIRES.

Les données que nous possédons sur le quaternaire espagnol ne permettent pas d'en retracer un tableau complet. Aussi, dans la rapide esquisse que nous allons présenter, nous devons nous contenter de quelques réflexions sur la formation des dépôts de cette époque ; nous pourrons nous étendre un peu sur la partie archéologique, grâce aux fouilles que nous avons pratiquées dans de nombreuses grottes du sud.

Le climat quaternaire différait beaucoup du nôtre. Des pluies torrentielles arrachaient aux montagnes des quantités de matériaux qui allaient tapisser les pentes faibles, le pied des escarpements, le sol des grottes, ou bien se précipitaient au fond des vallées ; les cours d'eau, impuissants à charrier cet excès de matières solides, les abandonnaient sur leur lit ; celui-ci se surélevait progressivement, et peu à peu les eaux, au lieu de couler avec force dans un canal étroit, s'étalaient, divaguaient à la surface

(1) Cet article est le résumé d'un ouvrage en préparation.

d'une nappe d'alluvions de plus en plus large à mesure qu'elle s'élevait ; aussi est-il probable qu'elles ne la recouvraient jamais entièrement. Plus tard le régime des pluies s'est régularisé ; l'apport des matériaux solides a cessé ou diminué, et les rivières ont pu de nouveau creuser leur lit aux dépens d'une partie des alluvions précédentes, et rétablir un équilibre temporairement détruit.

Ce comblement suivi du déblaiement des vallées ne peut résulter d'autre chose que de l'excès passager du pouvoir érosif des pluies sur la puissance de transport des cours d'eau. Et cet excès passager s'explique par le seul fait du caractère momentanément torrentiel des pluies.

Pendant ce temps, l'homme se réfugiait dans les cavernes, abris naturels relativement commodes mais peu sûrs : la dégradation du toit l'en chassait souvent, enterrant de nombreuses traces de son séjour. Il fréquentait aussi le bord des rivières où l'attirait l'abondance du gibier ; mais lorsque le lit des cours d'eau eut atteint une grande largeur et était habituellement en grande partie à sec, il put circuler sur ce lit, y séjourner et même à la fin y établir une demeure stable. C'est pourquoi, dans les alluvions les moins anciennes, on peut s'attendre à retrouver non seulement des armes de chasse, mais encore des objets d'usage domestique.

La plupart des grottes espagnoles que nous avons fouillées sont situées bien au-dessus de l'atteinte des cours d'eau : souvent près du sommet de montagnes élevées, où aucune cause récente n'a pu ni les ouvrir, ni les combler par des dépôts de l'extérieur. Comme les vallées elles-mêmes, elles ont dû être ouvertes au moment même où elles émergeaient de la mer tertiaire en retrait. Leur remplissage est dû exclusivement à la destruction de leurs parois et surtout du toit sous l'influence du climat quaternaire, c'est-à-dire à la même cause qui a produit les alluvions. Ces deux formations ont débuté simultanément, et les dépôts les plus profonds des grottes sont contempo-

rains des plus anciennes alluvions. Les hommes qui ont laissé leurs outils dans ces dépôts profonds ont donc assisté à l'avènement du climat quaternaire ; et avant eux aucun autre climat semblable n'a régné, car sinon la démolition du toit et le remplissage de la grotte eussent été choses faites. On voit que l'étude isolée de ces grottes semble amener des conclusions d'une extrême importance ; aussi mérite-t-elle d'être approfondie. Nous reproduisons

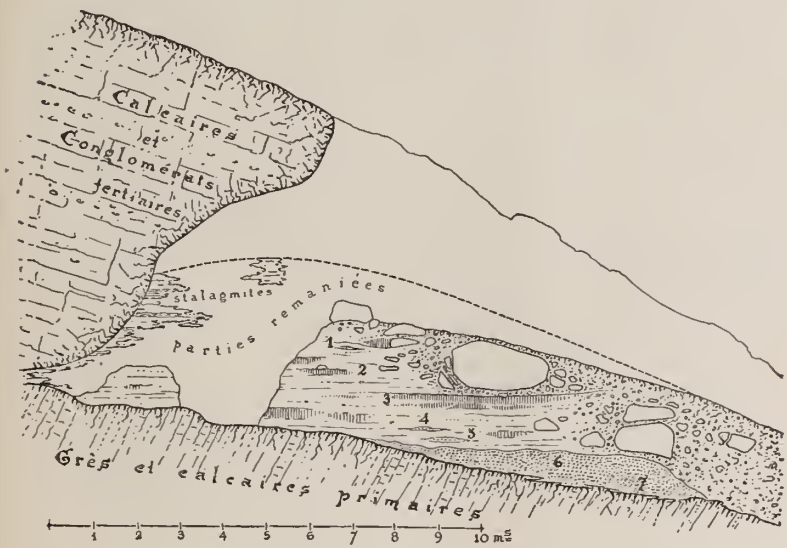


Fig. 1.

Fig. 1. Cueva de las Perneras (Murcie). Les niveaux 7 et 6 sont pauvres; leurs éclats de quartz et de silex n'ont pas de formes bien définies. Les couches 5, 4 et 3 correspondent au plein développement des industries moustérienne et chelléenne; vers le haut s'observent des tendances solutréennes mieux marquées en 2 et dans les produits des terres remaniées. Ces dernières et le niveau 1 contenaient des outils magdaléniens. La grotte renfermait plus de cent mille pierres travaillées, surtout des quartz ; un millier seulement sont des outils et armes de types bien déterminés. — Les hachures verticales marquent les parties les plus noires.

ici (fig. 1) la coupe de l'une d'elles que nous avons pu minutieusement étudier : elle peut servir de type à tous

les abris semblables du pays. La cavité paraît due à l'enlèvement d'un massif de terrain tendre recouvert de couches dures. Elle était primitivement beaucoup plus grande, mais très surbaissée et peu solide. En 7 et 6 se sont formés des sables résultant surtout du lavage des roches primaires du sol ; ils contiennent quelques pierres travaillées. Aussitôt après a commencé la destruction du toit par la corniche ; au-dessus du point 7 sont tombés de gros blocs empâtés dans du limon ; celui-ci s'est étalé à gauche et son épaisseur allait croissant, en même temps que l'homme par son séjour le rendait noir et y laissait des outils, armes, ossements, etc. Après une longue période de repos marquée par la couche 3 très noire et riche en pierres taillées, une recrudescence dans la démolition du toit a amené la chute de nouvelles masses de pierres et de terres ; enfin au-dessus de 1 on voit les traces d'une troisième période de destruction de la corniche, qui aujourd'hui est solide et n'est plus guère susceptible d'être réduite.

Cette division du remplissage en trois périodes n'est pas rigoureuse, et n'a d'ailleurs aucune portée générale; mais il faut bien remarquer que la couche de limon rouge à blocaux, qui recouvre sur tout le flanc de la terrasse les terres plus noires de l'intérieur, n'est pas, comme on le voit généralement sur les coupes de cette espèce, une formation distincte, postérieure à l'autre : les deux se sont déposées simultanément, mais les terres fines s'étalaient sous la partie couverte, tandis que les grosses pierres restaient à la place où elles tombaient, c'est-à-dire vers l'extérieur de la grotte.

D'après la comparaison des outils rencontrés aux divers niveaux des dépôts des grottes et dans les alluvions, nous n'avons pu reconnaître dans l'industrie quaternaire espagnole que trois phases bien distinctes. La plus ancienne correspond au chelléen et au moustérien des archéologues français, la suivante au solutréen, et la dernière au magdalénien.

La première est bien représentée dans les alluvions du Manzanares à San Isidro près Madrid (fig. 2) et dans plusieurs grottes du midi. Les armes dont l'homme se servait étaient des pierres massives, pesantes, au pourtour rendu tranchant ou comme hérissé de pointes, c'est-à-dire aussi blessant que possible : ce sont des assommoirs ou casse-têtes, des haches, des poignards même et proba-

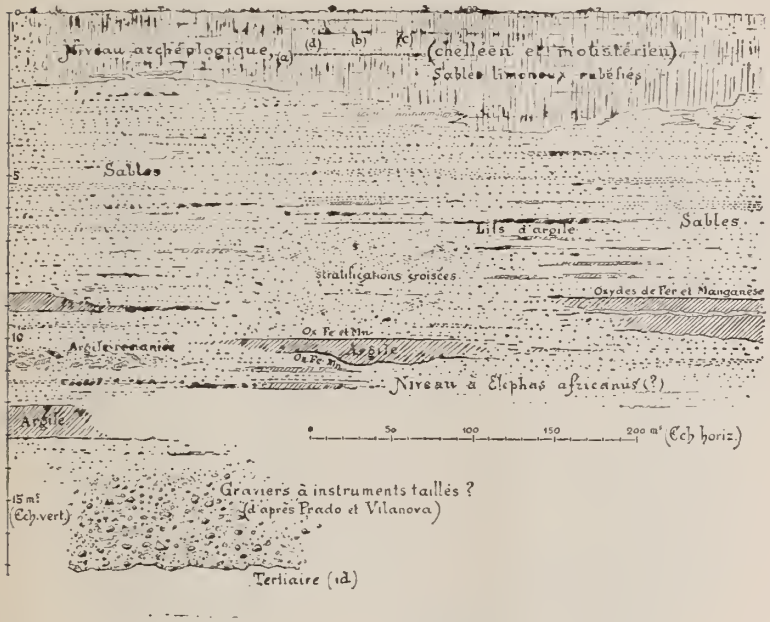


Fig. 2.

Fig. 2. Alluvions quaternaires du Manzanares à San Isidro (Madrid). Les lettres *a*, *b*, *c*, *d* indiquent les places d'où proviennent les objets des fig. 3, 4, 18 et 12 respectivement. Nous avons renseigné à la base un niveau que nous n'avons pu voir et qui, d'après les auteurs espagnols, serait le principal gisement archéologique ; mais leurs affirmations sont vagues ou basées sur des dires d'ouvriers ; ils ne citent aucun fait précis : jusqu'à nouvel ordre, pour nous, c'est comme si ce niveau n'existait pas. Nous possédons une trentaine d'armes chelléennes et une quinzaine d'outils moustériens, tous recueillis par nous-même, soit en place, soit plus généralement dans les rejets d'exploitation de la couche supérieure. Nous ne tenons des ouvriers ni un silex ni un renseignement. Au sommet du plateau on ramasse quelques silex magdaléniens ou un peu plus récents.

Fig. 3

Fig. 3 (2/3 gr.). San Isidro. Grande arme en silex taillée sur les deux faces; venait d'être découverte approximativement en *a* (fig. 2), et rejetée par les ouvriers au moment où nous l'avons trouvée; le creux près de la base contient encore du sable limoneux rouge caractéristique du niveau supérieur.

blement aussi des armes de jet. On en trouve de très bien taillées en forme d'amande régulière qui ont pu être emmanchées, mais généralement elles sont grossières et

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 4 (2/3 gr.). San Isidro. Arme de silex allongée en forme de grossier poignard; nous l'avons recueillie en place au point *b* (fig. 2). — Fig. 5 (2/3 gr.). San Isidro. Galet de quartzite grossièrement taillé a une extrémité.

faites pour être saisies à pleine main; elles sont souvent en roches locales de mauvaise qualité, impropres à un travail délicat : nous en possédons une en galène, roche

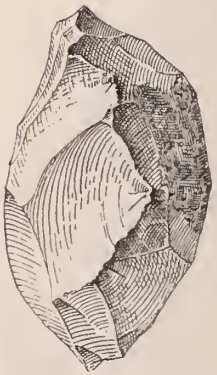


Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 7.

Fig. 9.

Fig. 6 (2/3 gr.). San Isidro. Arme discoïdale en silex, dessinée de côté pour montrer les pointes blessantes du pourtour. — Fig. 7 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras, niveau 2. Arme en quartz. — Fig. 8 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras, niveau 2. Arme en calcaire blanc (ce calcaire provient d'une incrustation superficielle formée pendant le tertiaire). — Fig. 9 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras. Arme en quartzite.

détestable, mais recherchée pour son poids. En un mot, on s'est préoccupé de produire des objets pouvant faire le plus de mal possible comme armes, et généralement sans application comme outils (fig. 3 à 11).

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 10 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras, niveau 1. Galet de quartz. La moitié de son pourtour est retaillée : une partie du côté de la figure, l'autre du côté opposé. — Fig. 11 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras, niveau 4 probablement. Arme discoïdale en galène argentifère, couverte de patine calcaire; la moitié de son pourtour est grossièrement taillée. Les collines voisines renferment les affleurements de filons de galène.

Associés à ces armes aux endroits où l'homme a établi son foyer, sont les outils contemporains : légers, minces,

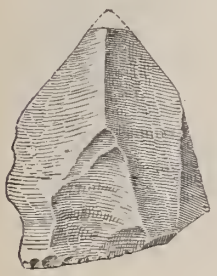


Fig. 12.

Fig. 13.

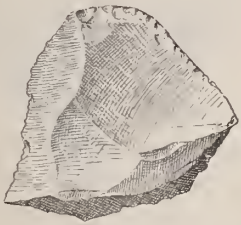


Fig. 14.

Fig. 12 (2/3 gr.). San Isidro. Éclat produit en vue de faire une pointe. Trouvée en *d* (fig. 2). — Fig. 13 (2/3 gr.). San Isidro. Pointe. — Fig. 14 (2/3 gr.). San Isidro. Pointe arrondie.

ils se placent facilement entre les doigts et se manient avec aisance; on y voit surtout des tranchants, droits, bombés ou terminés en pointe, ayant dû servir à couper

Fig. 15.

Fig. 16.

Fig. 18.

Fig. 17.

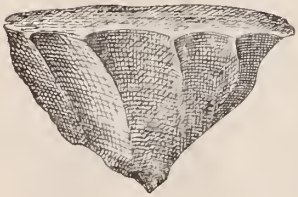


Fig. 19.

Fig. 20.

Fig. 15 (2/3 gr.). San Isidro. Sorte de racloir. — Fig. 16, 17 (2/3 gr.). San Isidro. Scies. — Fig. 18 (2/3 gr.). San Isidro. Grattoir prouvant l'approche du solutréen; trouvé en *c* (fig. 2). — Fig. 19 (2/3 gr.). Cueva de las Perneras, niveau 3. Nucléus de silex ayant fourni des éclats triangulaires propres aux formes moustériennes, tels que celui de la fig. 12. — Fig. 20 (2/3 gr.). C. Perneras. Pointe grossière en quartz.

et à scier, peut-être aussi à racler. Il y a aussi des pointes souvent très bien faites. Ces instruments sont fabriqués au moyen d'éclats enlevés à de grosses pierres ; on laissait

Fig. 21.

Fig. 22.

Fig. 23.

Fig. 24.

Fig. 25.

Fig. 26.

Fig 27.

Fig. 28

Fig. 21, 22, 23 (2/3 gr.). C. Perneras. Pointes en silex. — Fig. 24 (2/3 gr.). Alcala (Séville). Pointe en silex. — Fig. 25 (2/3 gr.). C. Perneras, parties remaniées. Racloir en silex. — Fig. 26, 27, 28 (2/3 gr.). C. Perneras. Scies ou coupoirs : 26, en quartz, des parties remaniées; 27, en silex, du niveau 3; 28, id., du niveau 2. Ces instruments sont les plus communs de tous : ils fournissent le tiers de l'outillage de la Cueva. Sans compter les pointes et racloirs dont une bonne partie appartiennent peut-être à la même catégorie. On a vu (fig. 15 à 17) qu'ils se retrouvent dans les alluvions. Ils sont fréquemment identiques aux éléments de faucilles de l'âge du bronze, et aux pierres des trillos modernes servant à battre le blé; seule l'usure très caractéristique de ces deux dernières classes d'outils établit une différence qui ne permet pas la confusion.

plane et lisse la face par où ils se détachaient; l'autre porte les retailles ou retouches qui déterminent la forme du tranchant ou de la pointe.

Ce procédé, le plus primitif et le plus commode, était approprié à la destination des outils ; mais il n'aurait pas convenu pour la fabrication des armes, qui doivent être non seulement massives, mais plus ou moins symétriques et par conséquent taillées également sur les deux faces.

Dans les vallées françaises, les alluvions profondes livrent presque exclusivement des armes telles que nous les avons décrites; plus haut dominent plutôt les outils. On en a conclu à l'existence de deux industries successives : la première, dite chelléenne, aurait été peu à peu supplantée par la moustérienne. On aurait d'après cela façonné d'abord des objets d'un art avancé, pour en venir ensuite à un procédé tellement primitif que, lorsqu'on le retrouve sur certaines pierres, on ne sait s'il faut attribuer leur taille à une action intelligente ou à celle de la nature. L'absence d'objets moustériens dans les anciennes alluvions ne démontre pas que l'homme n'en fabriquait pas à l'époque de leur formation: elle prouve seulement qu'il n'en apportait pas à ces endroits.

C'est une suite logique de ce que nous avons dit plus haut en admettant qu'au début le lit plus resserré des cours d'eau ne permettait que des excursions ou des campements de chasseurs, toujours menacés par les crues; les habitations devaient se mettre à leur abri en restant sur les rives ; mais plus tard, quand ces rives furent envahies par les sables et les graviers des rivières et que la grande largeur du lit majeur de celles-ci rendait les crues moins dangereuses, l'homme établit sa demeure sur ces graviers mêmes, et dès lors il y abandonna, en même temps que ses armes, tous les outils de la vie domestique, comme dans les cavernes et autres stations.

Quoi qu'il en soit, en Espagne les deux industries se montrent jusqu'à présent contemporaines; la chelléenne

reste identique à elle-même jusque pendant le déclin de la moustérienne.

Fig. 29. Fig. 30. Fig. 31. Fig. 32. Fig. 33. Fig. 34. Fig. 35.

Objets représentant la phase solutréenne (2/3 gr.).

Fig. 29. C. Perneras. Grattoir double; la forte courbure empêche de voir l'arc de cercle supérieur. — Fig. 30. C. de los Tollos (Murcie). Pointe taillée sur une seule face. — Fig. 31. C. de la Vermeja (Murcie), niveau moyen (l'inférieur est moustérien, le supérieur magdalénien). Pointe incomplète taillée sur les deux faces en forme de feuille de laurier; pièce très caractéristique. — Fig. 32. C. de los Tollos. Pointe ou lame incomplète taillée sur une seule face. — Fig. 33. C. Perneras, niveau 2. Lame de silex retouchée en forme de feuille.— Fig. 34. C. Perneras. Lame sans retouches, en calcaire blanc. — Fig. 35. C. del Palomarico (Murcie), niveau supérieur (les niveaux inférieur et moyen sont moustériens). Lame pointue, retouchée sur une seule face et d'un seul côté, sauf à la base qui paraît brisée et est munie d'un cran ; cet outil paraît bien être une de ces pointes à cran caractéristiques du solutréen.

La deuxième époque quaternaire, le solutréen, est représentée à San Isidro (fig. 18), mais surtout dans les niveaux moyens des cavernes : on constate dans les outils une tendance à devenir plus longs, plus élégants ; en même temps apparaissent des formes propres à l'époque suivante ; aussi le solutréen est-il plutôt une période de transition. Cependant ce qui lui donne une place bien à part, ce sont les pointes en feuille de laurier et les pointes à cran. Les grottes espagnoles en ont fourni assez pour

que l'identification avec les spécimens français soit incontestable. Ces pièces paraissent partout être des raretés; elles devaient avoir une grande valeur; il est singulier qu'on les retrouve semblables à elles-mêmes dans des pays éloignés; si à ces particularités on joint cette circonstance que la plus belle trouvaille, celle du Volgu, était une cachette, de marchand probablement, renfermant onze magnifiques pointes en feuille de laurier, on peut sans crainte conclure à l'existence de communica-

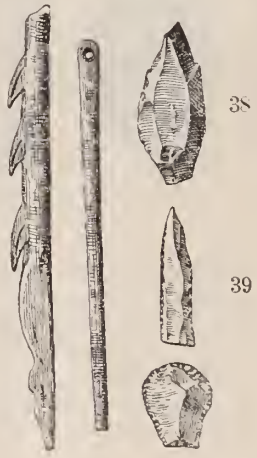


Fig. 36. 37. 40.

Industrie magdalénienne du nord de l'Espagne (2 3 gr.).

Fig. 36. Cueva de Seriña (Gérone), fouillée par D. P. Alcius. Pointe barbelée en os. — Fig. 37. C. de Altamira (Santander), fouillée et décrite par D. M. de Sautuola. Aiguille en os. — Fig. 38, 39, 40. C. de Seriña. Burin, lame retouchée et grattoir en silex.

tions commerciales entre ces pays, à des influences réciproques ou communes. Peut-être ces époques mystérieuses nous réservent-elles des surprises auxquelles nous sommes loin d'être préparés.

Après cela vient le magdalénien, dont les grottes

espagnoles nous ont livré des séries bien fournies; mais dans le sud nous n'avons trouvé aucune trace de l'emploi de l'os, ni de l'art de sculpter et de graver; on sait combien celui-ci était développé en France, et qu'il est faiblement représenté au nord de l'Espagne. Les armes pesantes ont disparu, peut-être aussi les gros animaux qu'elles devaient abattre (1). Les instruments de pierre sont plus minces et plus petits; ces caractères s'exagèrent

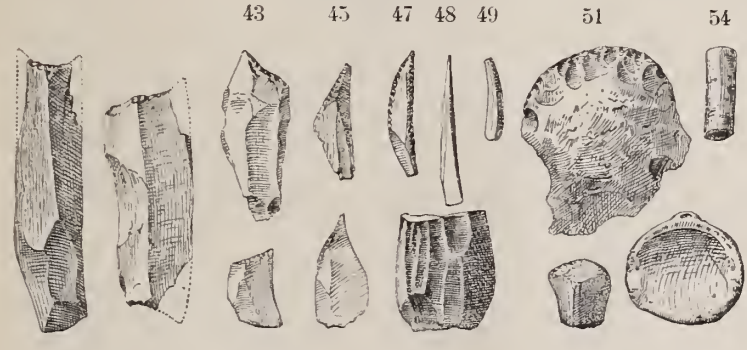


Fig. 41. Fig. 42. Fig. 44. 46. Fig. 50. Fig. 52. Fig. 53.

Industrie magdalénienne du sud de l'Espagne (2/3 gr.).

Fig. 41. Cueva del Serron (Almérie), niveau moyen (tous les niveaux étudiés sont magdaléniens). Poinçon bi-latéral. Ces outils, simples ou doubles, sont très caractéristiques : ils sont ordinairement brisés d'une façon qu'explique bien leur emploi par rotation. — Fig. 42. C. del Palomarico, niveau supérieur. Double poinçon latéral, brisé. — Fig. 43. Cueva de la Tazona (Murcie). Poinçon latéral. — Fig. 44. Cueva de las Palomas (Murcie). Pointe latérale. — Fig. 45. Cueva humosa (Almérie). Id. — Fig. 46. C. del Palomarico, niveau supérieur. Id. — Fig. 47. C. Perneras. Lame retouchée en pointe. — Fig. 48. C. del Serron, niveau supérieur. Petite lame de silex. — Fig. 49. Cueva del Tesoro (Murcie). Id. — Fig. 50. C. Perneras. Nucléus de silex ayant fourni de petites lames. — Fig. 51. C. del Serron, niveau moyen. Grattoir. — Fig. 52. C. de la Vermeja, niveau supérieur. Petit grattoir. — Fig. 53. Cueva ahumada (Murcie). Pétoncle perforé. — Fig. 54. C. del Palomarico, niveau moyen. Dentale.

encore à la fin de la période; on ne devine pas toujours à quoi ont pu servir ces petites pointes, ces fines lames

(1) Les niveaux moustériens donnent des fragments d'os de grands animaux indéterminables; le magdalénien au contraire fournit beaucoup de petits os.

diversement retouchées. Les traces de poudre colorante rouge abondent, notamment sur des galets employés comme percuteurs ; mais nous n'avons pu y découvrir

Fig. 55.

Fig. 55 (1/3 gr.). Cueva del Serron, niveau supérieur. Percuteur ou broyeur en quartzite avec dépressions pour placer les doigts (?).

aucune trace de dessins. On dirait une période de tranquillité et d'efféminement.

L'histoire du quaternaire est coupée en deux par l'avènement du solutréen. La partie la plus ancienne est caractérisée par l'aspect primitif de l'outillage et de l'armement ; mais dans les formes qui suffisaient à ses besoins, l'homme a dès le début exécuté des pièces d'une perfection surprenante ; il ne manquait ni d'habileté ni d'une certaine recherche dans les profils. La grossièreté de beaucoup d'armes était voulue et en rapport avec leur destination. L'infériorité de son industrie provenait, dirais-je, du programme même que lui traçaient les nécessités de la vie, et dont il ne paraît pas avoir cherché à dépasser les limites.

Mais avec le solutréen de nouveaux horizons sont ouverts : l'outillage devient varié ; quelques pièces sont des merveilles ; un art remarquable prend naissance ; des relations commerciales s'ouvrent ou se développent.

Il est bien difficile de dire si le passage fut lent ou brusque ; il y a des objets, des gisements qui montrent des caractères transitoires ; mais n'ont-ils pas une autre signification ?

N'est-il pas permis de se demander si ces changements

ont été amenés par la présence de nouveaux peuples? On sait combien les races étaient déjà mélangées au début de la période actuelle.

FIN DU QUATERNAIRE; DÉBUTS DE L'ACTUEL.

La fin du quaternaire paraît avoir été une période de calme dont les mœurs de l'homme se sont profondément ressenties. La formation des alluvions et le remplissage des grottes se ralentissent, puis s'arrêtent. Les traces du séjour de l'homme ne sont plus recouvertes et conservées par des dépôts qui permettent d'établir une échelle chronologique ; il faut chercher dans les caractères des industries elles-mêmes les preuves de leur ancienneté.

Généralement en Europe les plus vieux restes postquaternaires dénotent un progrès considérable et inattendu : on ne voit pas le contact des deux époques ; il semble manquer un anneau dans la chaîne du temps, mais déjà la perspicacité de quelques savants l'a en grande partie reconstitué. En Espagne, notre tâche a été plus facile : le passage du quaternaire à l'actuel est insensible, et la plus ancienne phase des temps dits actuels ne peut pas être industriellement séparée du quaternaire. Depuis le milieu de celui-ci, aucun événement important ne justifie une coupure, et il en est ainsi jusqu'à un moment assez avancé des temps admis comme actuels. Alors une puissante poussée de peuples se produit, amenant une révolution complète. Après un certain temps de luttes, il ne reste plus rien des civilisations primitives. Ce fait, plus important à notre point de vue qu'aucun phénomène naturel, devrait servir à séparer en Occident l'ère actuelle de la précédente. Il a pour cela les avantages de débuter à un moment précis, d'être général à des régions étendues, et enfin d'avoir amené des modifications profondes et faciles à reconnaître. Jusqu'à présent, suivant les coutumes reçues, nous avions rangé dans l'actuel ce qui est en réalité

la fin du quaternaire, pour en faire le néolithique ancien ; mais nous ne pensons pas que cette classification puisse être maintenue.

En Espagne, cette époque se trouve représentée dans nombre de gisements ; elle l'est surtout dans les *kjoekkenmoeddings* du Portugal. Le caractère le plus frappant est l'excessive petitesse des outils ; c'est la continuation, l'exagération de ce que nous avons relevé à la fin du quaternaire. Les stations où nous avons pu le mieux l'étudier présentent le phénomène intéressant de l'introduction d'une foule de choses nouvelles caractérisant les temps actuels : aussi étudierons-nous cette industrie dans le chapitre suivant.

II

TEMPS ACTUELS.

NÉOLITHIQUE.

Nous venons de le dire : l'ère actuelle débute clairement par l'apparition d'un ensemble de progrès faciles à constater ; mais la nouvelle civilisation n'a pas brusquement anéanti l'ancienne : la substitution s'est faite lentement, et une de ses plus curieuses étapes peut être étudiée dans les stations dont nous allons nous occuper. Ce sont des villages et des sépultures. Les premiers étaient composés de huttes qui n'ont guère laissé de traces ; mais dans

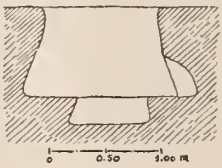


Fig. 56.

El Gárcel, village de la pierre polie. Silo (n° 106) creusé dans le sol d'une habitation. A droite, une niche; au centre, comme un second silo au fond du premier.

leur sol étaient creusés des silos, magasins à provisions; sur l'emplacement de ces bourgades on recueille par centaines des instruments de pierre. Les sépultures sont des grottes naturelles ou des caveaux; elles renferment des squelettes entiers et des mobiliers identiques à ceux des maisons.

Dans l'outillage, on reconnaît facilement le legs du quaternaire : ce sont d'innombrables petits outils (fig. 57 et suivantes); des lames d'une petitesse extrême; des outils semblables aux magdaléniens. Quelques armes de

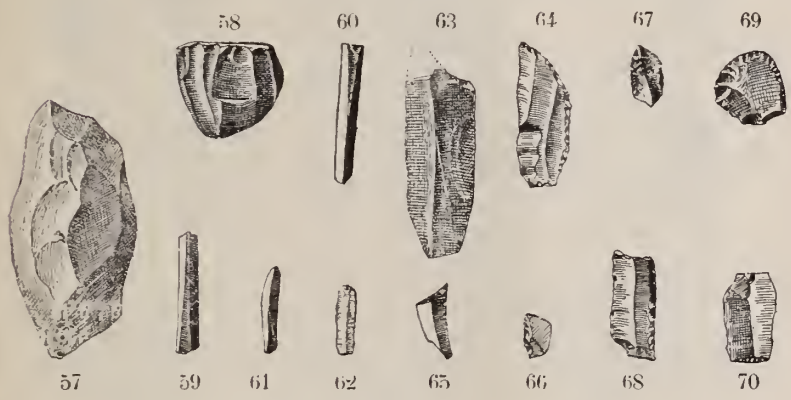


Fig. 57 à 70.

El Gárcel. Industrie paléolithique contemporaine de la pierre polie (2/3 gr.). Fig. 57. Disque de silex analogue aux armes chelléennes. — Fig. 58. Petit nucléus. — Fig. 59, 60, 61. Petites lames de silex. — Fig. 62. Petite lame de quartz transparent. — Fig. 63. Poinçon latéral, brisé. — Fig. 64, 65. Lames retouchées en pointes. — Fig. 66, 67. Petits éclats retouchés, ressemblant à des miniatures de racloirs moustériens. — Fig. 68. Lame retouchée le long d'un côté, comme les magdaléniennes. — Fig. 69. Grattoir. — Fig 70. Sorte de grattoir.

forme chelléenne réapparaissent : elles sont grossières, et moins grandes qu'au début du quaternaire. Les percuteurs avec matière colorante rouge sont comme ceux de la fin du quaternaire. Les outils les plus caractéristiques sont les trapèzes, taillés comme les flèches à tranchant trans-

versal ; ce sont sans doute aussi des bouts de flèches. Très abondantes sont des lames, ou même des éclats informes, munis d'une sorte de grossière poignée ou pédoncule : ils armaient peut-être le bout de flèches d'un type plus primitif et plus étrange encore que celles à tranchant

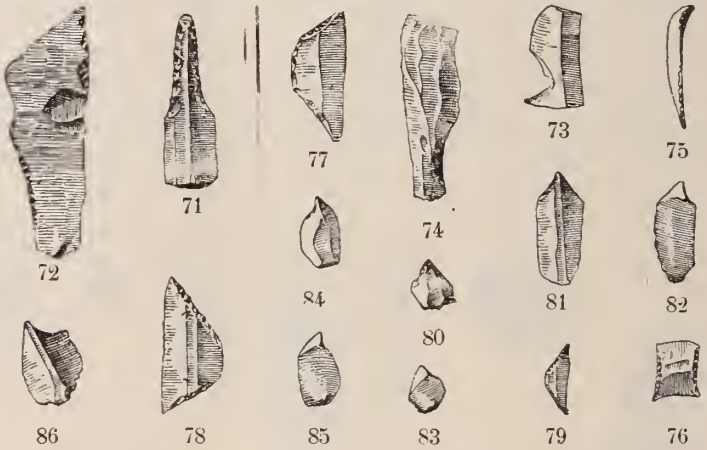


Fig. 71 à 87.

Industrie dérivée du paléolithique (2/3 gr.).

Fig. 71. Gárcel. Poinçon. — Fig. 72. Id. Lame retouchée ou ébréchée, comme si on s'en était servi pour racler dans toutes les positions avec la main droite. — Fig. 73. Id. Lame avec encoche profonde, dont un des bords a été retaillé en pointe. — Fig. 74. Id. Lame munie à la base d'une grossière poignée ou encoche, facilitant sa fixation à une hampe. — Fig. 75. Cueva de los Tollos. Silex taillé en poinçon à la partie inférieure : l'autre bout est un grattoir fortement usé (provient du vase fig. 112). — Fig. 76. Atalaya de Garrucha. Bout de flèche à tranchant. — Fig. 77. Fuente del Lobo (sépulture des habitants du Gárcel). Bout de flèche en forme de trapèze. — Fig. 78, 79. El Gárcel. Trapèzes; dimensions extrêmes. — Fig. 80, 81, 82, 83. Id. Déchets de la fabrication des trapèzes. On produisait dans une lame une encoche jusqu'au tiers environ de sa largeur, puis on la brisait en ce point par un effort adroitement appliqué ; un des bouts garde la forme ici figurée ; l'autre fournit un des côtés d'un trapèze, presque terminé, et surtout une pointe plus perçante que par aucun autre procédé. — Fig. 84, 85. Espiel (Cordoue). Id., vue du dos et de la face. — Fig. 86. Cerro del Mochuelo (Cordoue). Id.

transversal. Les anciens paraissent avoir eu une tout autre notion que nous sur ce genre d'armes et nous éprouvons certaine peine à la saisir.

Voici maintenant l'apport de la nouvelle civilisation.

L'outillage en pierre polie : haches, herminettes,

ciseaux, gouges, en roches vertes comme la diorite, jamais en silex ; beaucoup sont en fibrolithe, roche dont l'utilisation prouve une connaissance approfondie des qualités de la pierre et des relations avec les contrées qui la produisent (fig. 87 et suiv.).

Fig. 87.

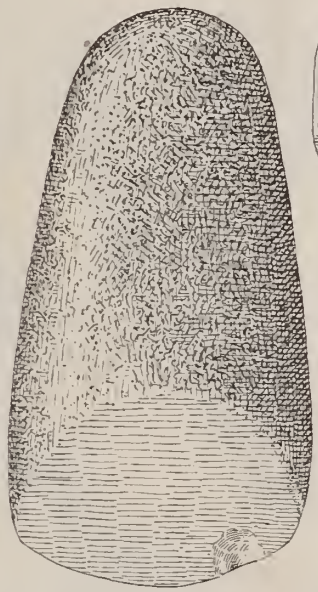


Fig. 88.

Fig. 89. Fig. 90.

Fig. 91.

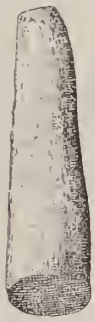


Fig. 92.

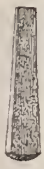


Fig. 93.

Outillage en pierre polie (2/3 gr.).

Fig. 87. Fuente del Lobo. Hache ou ciseau (?). — Fig. 88. El Gárcel. Hache. — Fig. 89. Id. Petit ciseau en fibrolithe. — Fig. 90. Id. Herminette en fibrolithe. — Fig. 91. Id. Double gouge. — Fig. 92. El Gárcel. Galet de schiste aiguisé à une extrémité. — Fig. 93. El Gárcel. Objet en schiste.

Fig. 94.

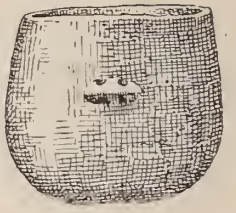


Fig. 95.

Fig. 96.

Fig. 97.

Fig. 98.

Fig. 102.

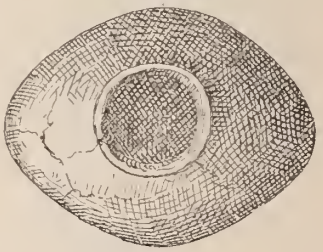


Fig. 99.

Fig. 100.

Fig. 101.

Fig. 103.

Poterie du village de El Gárcel.

Fig. 94 (1/8 gr.). Grande amphore; type fréquent, mal fait, ordinairement brisé. — Fig. 95 (1/6 gr.). Vase avec deux oreilles percées chacune de deux trous verticaux. — Fig. 96 (1/4 gr.). Grossier tonnelet à ouverture latérale. — Fig. 97, 98 (1/6 gr.). Oreilles percées de trous. — Fig. 99, 100, 101 (1/8 gr.). Anses ou oreilles en croissant renversé. — Fig. 102 (1/6 gr.). Vase grossier. — Fig. 103 (1/8 gr.). Ballon ovale à tubulure latérale.

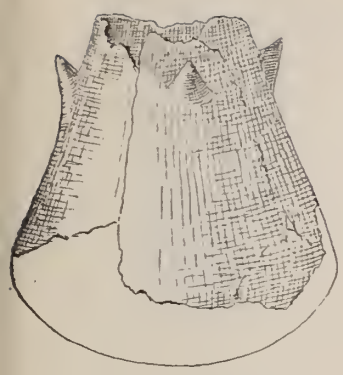


Fig. 104.

Fig. 105.

Fig. 106.

Fig. 107.

Fig. 108.

Fig. 111.

Fig. 110.

Fig. 109.

Poterie du village de Tres Cabezos (Almérie) (1/6 gr.).

Fig. 104, 105. Vases munis de quatre oreilles. — Fig. 106. Récipient relié probablement à un autre semblable qui a disparu : vers la base un trou les faisait communiquer. — Fig. 107. Tuyau en terre cuite. — Fig. 108. Tubulure de vase. — Fig. 109. Anse. — Fig. 110. Bouchon (?). — Fig. 111. Petit vase en poterie noire fine ; à la base une seule petite oreille percée d'un trou vertical.

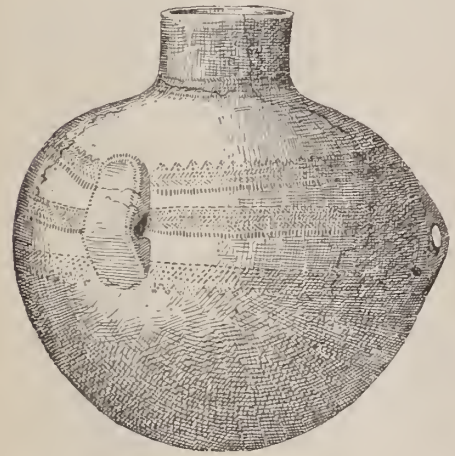


Fig. 112.

Fig 113.

Poteries probablement funéraires (1/6 gr.).

Fig. 112. Cueva de los Tollos. Cruche très ornée, munie de trois anses pour le passage d'une corde. Soigneusement fabriquée, mais peu solide et en mauvais état. Renfermait un attirail complet de fabricant de perles, avec petits silex, un trapèze, une herminette en fibrolithe blanche. — Fig. 113. Cueva del Tesoro (Malaga). Grotte funéraire, fouillée et décrite par D. Eduardo Navarro. Le contenu de cette grotte funéraire comprend quelques objets néolithiques plus récents ; mais le vase que nous reproduisons est du type le plus ancien ; son ornementation rappelant une corde est fort curieuse ; elle est très fréquente, mais les vases entiers sont rares.

L'usage de la poterie : dès le principe les formes sont parfaites ; il y a des vases très ornés ; l'exécution est souvent mauvaise (fig. 94 et suiv.).

Fig 116.

Fig. 115.

Fig. 114.

Poteries probablement funéraires (1/6 gr.).
Fig. 114. Cueva de los Murciélagos (Grenade). Grotte funéraire violée, décrite par D. Manuel de Góngora. Anse en croissant renversé, avec deux trous; toute la céramique de cette grotte appartient à l'industrie que nous étudions. — Fig. 115, 116. Cueva de la Mujer (Grenade). Grotte funéraire remaniée ; fouillée et décrite par D. G. Mac Pherson. Fragments de poteries ornées.

Fig. 117.

Fig. 118.

Fusaïoles (?) en terre cuite (1/3 gr.).
Fig. 117. El Gárcel. — Fig. 118. Cueva de los Murciélagos.

Les industries textiles, représentées par des fusaïoles et des restes de vêtements (fig. 117 et suiv.).

La connaissance des céréales et l'emploi de moulins primitifs (fig. 125). Des noyaux d'olive carbonisés ont été retrouvés également.

Le développement du goût pour les ornements personnels : bracelets et colliers en pierre et en coquillages (fig. 126 et suiv.).

La connaissance de l'or : il y a plusieurs années, on

Fig. 119.

Fig. 120.

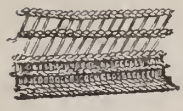


Fig. 121.

Fig. 122.

Fig. 123.

Fig. 119 à 123. Cueva de los Murciélagos. Objets d'habillement, d'ornement, etc., en sparte.

Fig. 124.

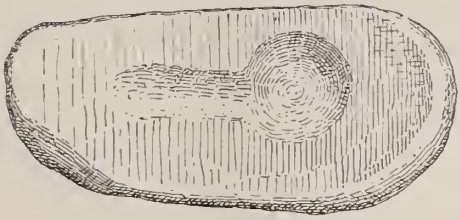


Fig. 125.

Fig. 124 (2/3 gr.). Fuente del Lobo. Pointe en os. — Fig. 125 (1/6 gr.). El Gárcel. Meule en micaschiste. Habituellement, elles n'ont pas la cavité de l'exemplaire figuré; celle-ci a pu être destinée à recueillir le liquide de fruits pressés, tel que l'huile des olives; d'autres meules ont servi à broyer de la poudre rouge.

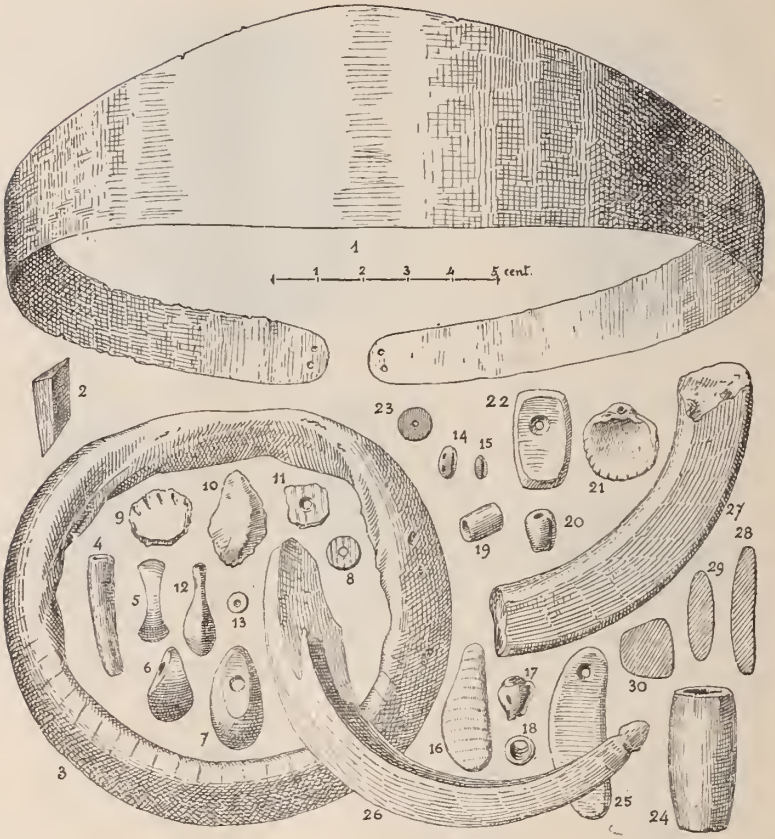


Fig. 126 à 155.

Fig. 126 à 155 (nos 1 à 30). Ornements personnels provenant des villages et sépultures déjà nommés et de quelques autres.

1. Cueva de los Murciélagos. Diadème en or. — 2. Fragment d'oligiste ayant donné de la poudre colorante rouge. — 3. Bracelet en valve de pétoncle. — 4. Dentale. — 5, 6, 7. Grains de collier en calcaire. — 8, 9, 10, 11, 12. Grains en test de coquilles, terminés ou non. — 13. Calcaire. — 14. 15. Cyprées percées. — 16. Fragment de coquille roulé par la mer. — 17, 18. Colombelle et cône troués. — 19. Dentale. — 20. Cône troué. — 21. Cardium troué. — 22. Fragment de test. — 23. Rondelle de schiste. — 24. Perle en roche verte tendre. — 25. Fragment de test. — 26. Défense de sanglier. — 27. Bracelet en marbre. — 28, 29, 30. Sections de bracelets en marbre.

trouva dans une caverne sépulcrale un crâne portant un diadème d'or (fig. 126, 1). L'ensemble du mobilier funéraire reproduit fidèlement les caractères de cette époque.

Des idoles ou objets se rapportant à un culte (fig. 156).

L'ensevelissement des morts dans des caveaux naturels ou artificiels.

On voit que l'industrie néolithique ordinaire est représentée par plusieurs séries d'objets, notamment les outils en pierre polie, très abondants ; mais il convient de noter

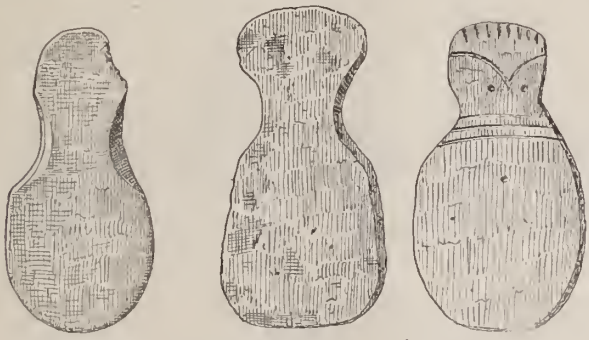


Fig. 156. Fig. 157. Fig. 158.

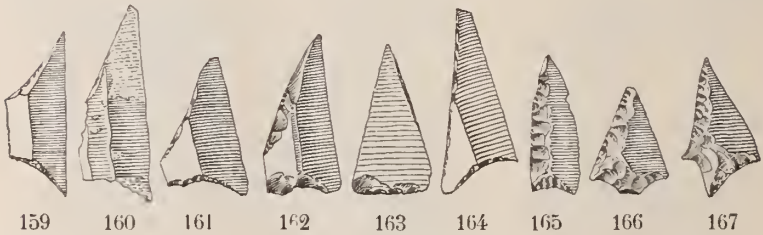
Idoles (?) en pierre (1/2 gr.).
Fig. 156. El Gárcel. — Fig. 157, 158. Hissarlik (1re et 2e villes).

l'absence absolue, même dans des bourgades et des sépultures très riches, de pointes de flèche de type perfectionné, et la rareté des lames de dimension moyenne ou grande ; en un mot, les haches, ciseaux, etc., sont bien ceux du néolithique tel qu'on le comprend ordinairement, mais les outils en silex sont totalement différents. D'après cela, la hache polie est le plus vieil instrument de l'attirail néolithique.

Il n'est pas probable que personne cherche à expliquer tous ces éléments nouveaux par une évolution locale : le contact de deux civilisations est évident, mais il est plus difficile de dire d'où venait l'influence nouvelle. Plus loin nous tâcherons de retrouver un des jalons de cette route perdue.

Dans une autre série de découvertes on constate de

nouveaux mélanges formant le passage aux civilisations suivantes ; mais cette sorte de transition est due comme la précédente à la mise en présence de deux industries contemporaines et différentes, plutôt qu'au développement spontané de l'une d'elles. Ce contact a cependant produit quelques objets spéciaux : ainsi les bouts de flèches taillés comme les trapèzes antérieurs, mais affectant des formes



Transition des trapèzes aux flèches (2/3 gr.).

Fig. 159. Fonelas (Grenade), dolmen n° 10. — Fig. 160. Cueva del Tesoro (Malaga). — Fig. 161. Huercal (Almérie), sépulture. — Fig. 162. Fonelas, dolmen n° 9. — Fig. 163. Huercal. — Fig. 164. Puerto blanco (Almérie), sépulture. — Fig. 165. Fonelas, dolmen n° 10. Cette flèche conserve au sommet une petite portion de la facette produite par la cassure de la lame, comme il a été dit plus haut à propos des fig. 80 à 83. — Fig. 166. Barranco del Viaducto (Almérie), sépulture n° 2. Garde une partie de l'arête dorsale de la lame. — Fig. 167. Fonelas, dolmen n° 9. On y voit des portions des deux faces dorsales de la lame primitive.

nouvelles. Si on les rencontrait isolément, on croirait à un perfectionnement graduel du type primitif ; mais comme ils sont constamment associés aux produits les plus avancés du néolithique, on est forcé d'y reconnaître des copies ou imitations de profils nouveaux obtenues par les procédés anciens. Ces flèches sont fort instructives, parce qu'elles montrent qu'il n'y a pas de lacune dans les découvertes relatives au néolithique (fig. 159-167).

La seconde et dernière étape bien distincte du néolithique, dans l'acception restreinte du mot, est caractérisée par un nouvel ensemble de progrès. Le travail du silex apparaît tout d'un coup ayant atteint la perfection, les procédés de la taille sont nouveaux, les produits médiocres

sont l'exception et ne représentent pas une période de tâtonnements qui aurait dû être fort longue; en même temps le cuivre, quoique rare, se montre partout; peut-être même n'ignorait-on pas le bronze; on bâtit de vraies maisons, souvent à étages, aussi parfaites que celles de l'âge du bronze et que nombre de constructions modernes.

Nous avons décrit *(Revue des quest. scient.,* année 1888) les constructions de cette époque, que nous appelions âge de transition de la pierre au métal : les murs de pierre cimentés par de la terre; les toits en roseaux et branchages couverts de terre; les colonnes de bois soutenant l'étage. L'incendie fréquent de ces demeures a conservé nombre de détails intéressants. Nous ne reviendrons sur les lieux d'habitation de cette période que pour décrire une ville importante que nous avons découverte et fouillée depuis.

Cette ville (fig. 168) est située au bord du Rio Andarax (Almérie). Elle occupe, à 70 mètres au-dessus de ses graviers, l'extrémité du llano de los Millares (ou Villares?), bien défendue par la nature du côté du rio et d'un torrent tributaire, tandis que le côté du triangle qui la sépare du plateau est sans défense naturelle; on y a construit une levée de terre longue de 275 mètres. La ville ainsi délimitée a une surface de 5 hectares. La partie qui occupe la pointe du plateau et paraît avoir formé le noyau primitif, très facile à défendre, montre les traces d'une population extrêmement dense. Sur le restant, il y a des groupes ou alignements de maisons et des parties vides; la surface vraiment habitée devait être d'environ 2 hectares. La levée de terre n'a plus qu'un mètre de hauteur; mais sur une partie de son trajet elle est formée par les maisons elles-mêmes, dont le mur extérieur servait de rempart; vers son milieu est une solution de continuité à côté d'une dalle debout; une porte peut-être. En deux endroits elle traverse des élévations de terrain; celles-ci ont été coupées par des fossés ou tranchées rendant l'accès

plus difficile ; un ravin a été franchi par un petit pont dont les ruines sont encore bien reconnaissables ; un autre ravin garde les restes d'une construction semblable.

Au bout du plateau, du côté opposé à la ville, et à un

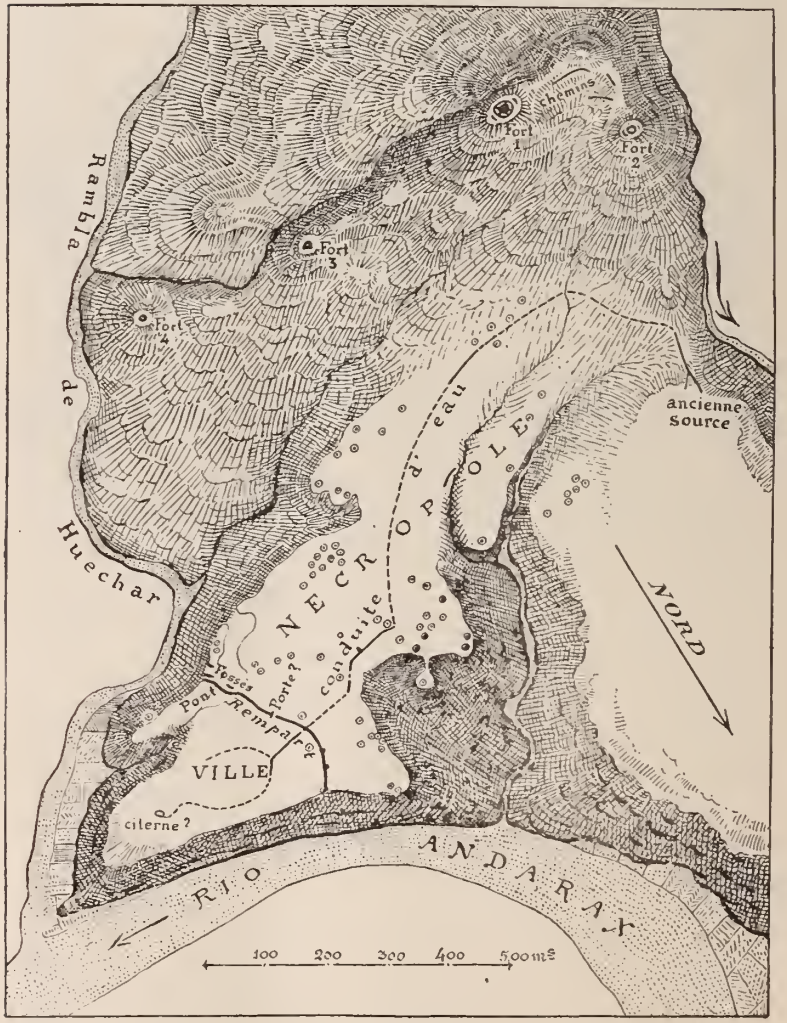


Fig. 168.

Llano de los Millares.

kilomètre de celle-ci, se trouve l'emplacement d'une source aujourd'hui tarie : un dépôt de tuf la fait reconnaître. Entre la source et le noyau principal de la ville, on poursuit les débris d'une conduite d'eau. Les cols sont traversés par des aqueducs, murs de pierres et de terre ayant jusqu'à $2^{m},50$ de hauteur ; l'eau les a imbibés et consolidés, transformant la terre en tuf et produisant des cavités avec enduits stalagmitiques. La surface de la plaine est formée de croûtes calcaires horizontales : c'était une des carrières de pierre des habitants de la ville ; mais sur tout le parcours de la conduite d'eau, on a respecté la pierre, produisant ainsi des cordons en relief ; parfois ceux-ci ont été consolidés par de la maçonnerie de pierres et de terre, transformée en tuf par les suintements ; autre part on voit des pierres mises de champ constituant le canal ; enfin sur tout le trajet on recueille des coquilles de mollusques, surtout des Mélanopsides. La pente générale est de 2 p. c. En entrant dans la ville, la conduite paraît se subdiviser et se terminer à ce que nous croyons être une citerne, comme on en voit dans toutes les villes préhistoriques, romaines et arabes.

Le plateau est dominé par des collines de 30 à 80 mètres de hauteur. Sur quatre des sommets principaux, nous avons retrouvé des constructions défensives destinées à protéger la ville.

Le principal de ces forts (fig. 169) est assez compliqué. A l'est, un col, fournissant un accès trop facile, a été coupé par une tranchée. Autour du fort a été creusé un fossé circulaire ; au nord, à cause de la forte pente, le bord extérieur du fossé n'existe pas ; sur le restant du circuit il est aujourd'hui à peu près nivelé. Au centre est une enceinte grossièrement circulaire renfermant des habitations serrées les unes contre les autres ; des cordons en relief paraissent marquer des passages vers cinq ou six contreforts flanquant l'enceinte ; ces sortes de tours sont réunies par des fossés ou des couloirs qui permettaient de passer faci-

lement de l'une à l'autre. A l'est et à l'ouest se trouvaient des entrées formées de doubles portes et protégées par les contreforts. A l'entrée ouest il y a, dans la maçonnerie, des mortaises qui font penser qu'il y avait là une sorte de pont ou d'échafaudage en bois. Les fouilles ont démontré que tous ces forts sont contemporains de la ville. Il en existait probablement encore d'autres du côté nord-ouest.

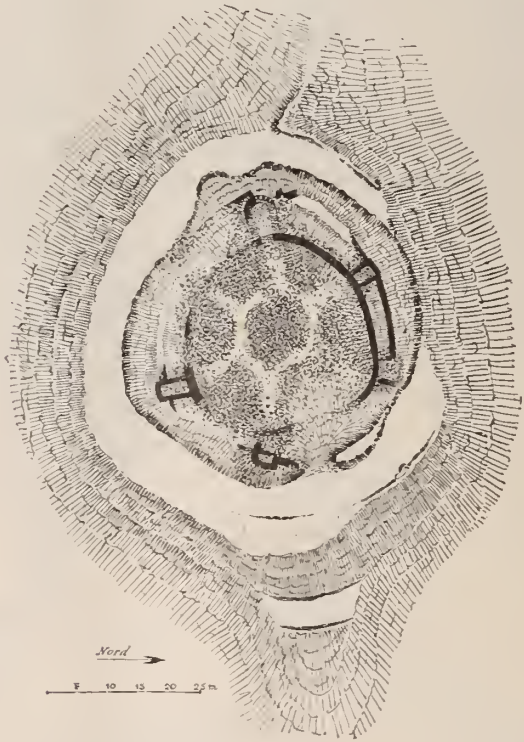


Fig. 169.

Plan du fort n° 1 dominant le llano de los Millares.

Quant au plateau lui-même dont la ville occupait l'extrémité, les anciens y ont établi leur nécropole. Une centaine de sépultures y sont disséminées par groupes. Quel-

ques-unes sont construites comme les dolmens (fig. 170) ; d'autres, tout en répondant au même plan, sont d'un type spécial. Elles sont formées essentiellement par une

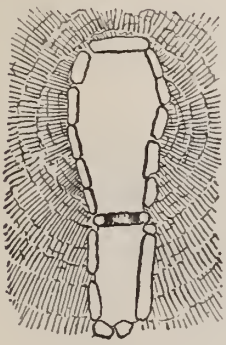


Fig. 170.

Fig. 171.

Fig. 170. Los Millares. Sépulture n° 8. Dolmen fait de grandes pierres, avec galerie d'accès. — Fig. 171. Millares. Sép. 2, formée de dalles à la base, de maçonnerie dans la partie supérieure.

chambre circulaire construite en petit appareil (fig. 172); les assises supérieures, faites de pierres de plus en plus larges, sont en surplomb, formant une voûte par encor-

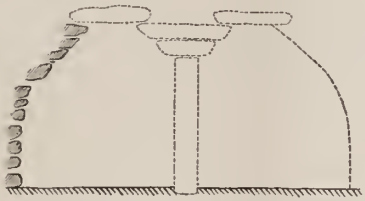


Fig. 172.

Millares. Sép. 21. Coupe, complétée.

bellement ; au centre se dressait une colonne soutenant une ou deux grandes pierres plates ; sur ces dernières et sur les plus hautes assises des parois s'appuyaient d'autres

dalles qui complétaient la voûte Les colonnes sont ou bien en pierres, parfois bien taillées, ou bien en bois, et dans ce cas il ne reste plus que le trou dans lequel s'enfonçait leur pied, ou une base taillée dans la pierre (fig. 173). Les chambres ont le plus souvent de trois

Fig. 173.

Millares. Sép. 16 (v. fig. 177). Base de colonne taillée dans du tuf.

à cinq mètres de diamètre, parfois six. Jusqu'à la hauteur d'un mètre, les parois sont fréquemment revêtues de dalles en schiste, sur lesquelles on retrouve des traces d'enduit de plâtre et de peintures rouges; dans un cas même un sein en plâtre, en relief, seul débris d'une représentation humaine. Quelquefois le sol est revêtu de dalles cimentées par du plâtre. Les voûtes et les murs de ces édifices devaient avoir environ un mètre d'épaisseur; mais ils se confondent avec le reste du monticule qui les entourait; une ou deux rangées circulaires de pierres mises debout retenaient les terres formant ce dernier, ou lui donnaient un aspect plus monumental. D'un côté, qui est très souvent celui qui regarde la mer, c'est-à-dire l'est, mais toujours celui où le terrain descend, la paroi de la chambre est percée d'une porte, précédée d'un couloir d'accès; celui-ci est souvent subdivisé lui-même en plusieurs sortes d'antichambres par d'autres portes. Le couloir est construit en dalles debout ou en petit appareil; sa voûte est de pierres plates d'une portée, ou en encorbellement, ou

même quelquefois formée de véritables claveaux. Les portes sont constituées par plusieurs dalles formant cadre, ou par une seule évidée ; l'ouverture se fermait au moyen

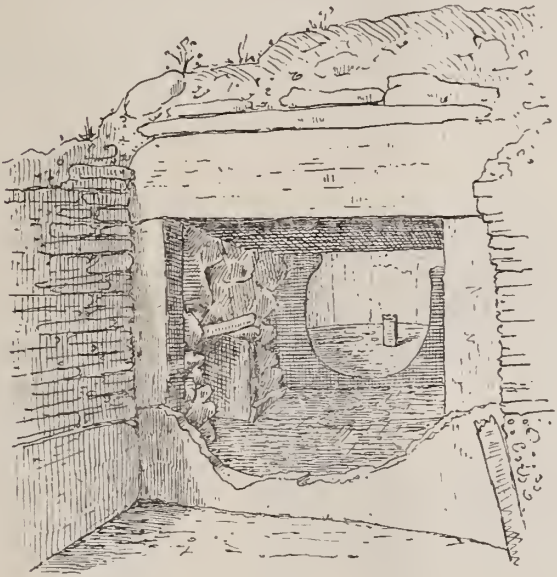


Fig. 174.

Millares. Sép. 17. Vue de la galerie d'accès avec deux de ses portes; l'entrée d'un appartement latéral à gauche; au fond, la chambre principale avec un fragment de la colonne centrale, en schiste (v. fig. 184).

d'une autre dalle; une de celles-ci était percée d'un trou que fermait un bouchon de pierre. On pénétrait dans le cou-

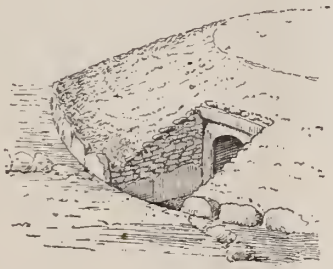


Fig. 175.
Aspect approximatif de l'entrée d'une maison funéraire.

loir en descendant deux ou trois marches. A gauche et à droite du couloir et de la chambre principale, s'ouvrent fréquemment de petites chambres secondaires. Les voûtes des couloirs sont encore bien conservées dans beaucoup de cas, mais celles des chambres principales se sont toujours effondrées ; il n'est cependant pas douteux que leur construction ne soit celle que nous avons décrite. Devant l'entrée du monument, on retrouve des restes d'une ter-

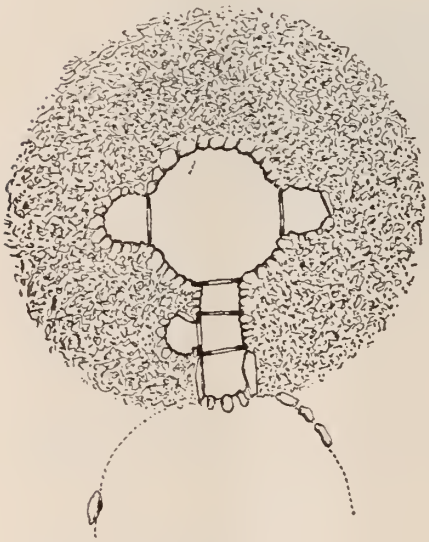


Fig. 176.

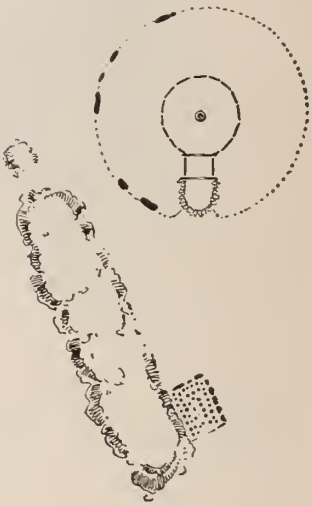


Fig. 177.

Fig. 176. Millares. Sép. 20. Entièrement construite en petit appareil. Devant l'entrée, traces d'une enceinte. La chambre principale contenait 20 squelettes d'adultes ; les deux latérales, chacune 2 ; celle de la galerie, 11 squelettes d'enfants. — Fig. 177. Millares. Sép. 16. En petit appareil, revêtue de minces dalles. Devant, l'enceinte était limitée par un cordon rocheux, peut-être un ancien tracé de la conduite d'eau ; tout contre, un réduit contenant alignées 45 pierres en forme de piliers ou de bétyles (fig. 178 et 179).

rasse carrée ou en demi-cercle, limitée par des pierres debout peu élevées (fig. 176) ; de chaque côté, de petits réduits, à l'intérieur desquels sont alignées des séries de pierres cylindriques, coniques ou en aiguilles, de vrais

bétyles, hauts de 15 à 60 centimètres. La terre qui remplit les chambres est souvent noire ; on dirait qu'on faisait du feu au sommet du monticule ; sans pouvoir le prouver, nous croyons que ce sommet était une plateforme. Il y a des monuments partiellement, d'autres entièrement creusés dans le sol. Une fois on a utilisé une grotte naturelle

Fig. 178.

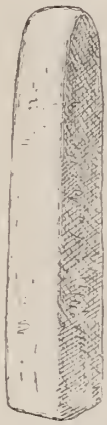


Fig. 180.

Fig. 179.

Fig. 181.

Millares. Pierres en forme de bétyles (1/4 gr.).
Fig. 178, 179, sép. 16. — Fig. 180, 181, sép. 23.

formant la moitié de la chambre ; l'autre moitié a été faite comme d'habitude au moyen de pierres (fig. 182 et 183).

D'autres nécropoles dans la province de Grenade, des sépultures isolées dans presque toutes les provinces du sud, nous ont donné des variétés de constructions analogues : grottes naturelles, grottes artificielles, voûtes en

encorbellement ou coupoles, dolmens, tous les types se retrouvent dans la Péninsule, et tous sont contemporains, souvent même simultanés ; aucun d'eux ne caractérise ni un pays ni un peuple ; la qualité des matériaux, la nature du sol, une aptitude spéciale, en un mot des raisons locales ont seules dicté le choix du système : ainsi il n'y a pas une architecture mégalithique opposée à une autre.

Ces maisons funéraires hébergeaient un nombre de morts très variable : d'un à cent, approximativement.

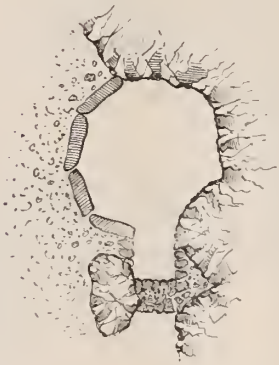


Fig. 182.

Fig. 183.

Fig. 182, 183. Millares. Sép. 39. Grotte naturelle transformée en dolmen.

Les moins peuplées peuvent être les plus récentes. Généralement les corps sont simplement ensevelis ; exceptionnellement, on trouve des ossements et de la toile carbonisés ; cette incinération partielle a pu avoir lieu sur place, dans un but qu'il est difficile de préciser. Les morts sont de tous les âges : une fois un compartiment latéral était occupé par une dizaine d'enfants, les autres chambres par des adultes. La chute de la voûte a beaucoup détérioré les ossements ; il y a cependant quelques crânes bien conservés.

Près des morts ou sur eux on déposait les objet néces-

saires à leur nouvelle vie. En voici une courte description.

Outils en pierre polie : haches, herminettes, ciseaux, gouges. Dans la région que nous avons surtout étudiée, le rôle de la pierre polie est assez effacé ; sa décadence est visible; le nom d'âge de la pierre polie ne convient pas à cette partie du néolithique.

Au contraire les instruments en silex sont répandus à profusion et d'une beauté remarquable.

Les couteaux de silex atteignent 35 centimètres, et cette dimension n'était pas rare, à en juger d'après les fragments brisés pendant leur emploi. Ces longues lames sont d'un silex grossier qui a une cassure comme le quartzite, tandis que le silex fin homogène n'a donné que des couteaux de moindre dimension, ordinairement de 15 centimètres (fig. 188). On dirait que la dimension des blocs bruts ou même les nécessités de l'industrie ont seules mis une limite à l'adresse des tailleurs de silex. Pour obtenir les lames, on pratiquait sur le nucléus deux entailles dont l'intersection produisait une arête; cette arête recevait le coup qui était ainsi centré et dont la précision et la force étaient assurées. Nous n'avons pas observé ce perfectionnement sur les pièces d'autres époques.

Les plus petites lames de silex fin sont souvent sans retouches, mais il en est dont le tranchant et les extrémités sont complètement rabattus.

Les grandes ont plus souvent les tranchants retouchés et ont servi à couper ou scier ; nous les considérons comme des faucilles d'un type plus simple que les égyptiennes faites de fragments de lames semblables incrustées dans un manche en bois courbe ; la courbure naturelle des lames en silex favorise leur action.

D'autre lames, auxquelles on a donné le nom d'écrasoirs ou retouchoirs, sont courtes et épaisses; leurs extrémités ont longtemps servi et on voit que l'effort qui leur était appliqué était vigoureux : elles portent les traces d'innom-

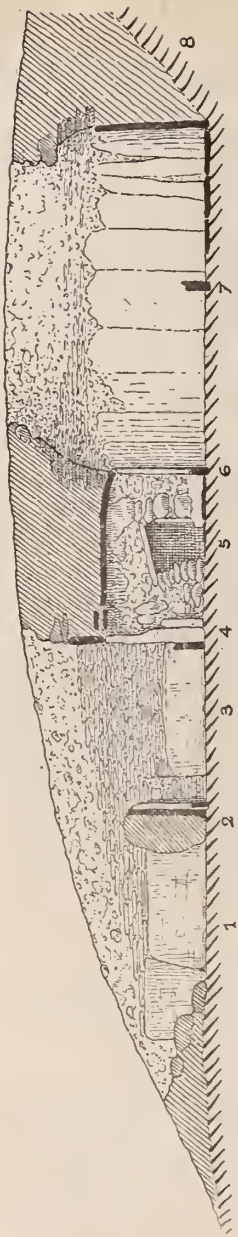


Fig. 184.

Fig 186.

Fig. 187.

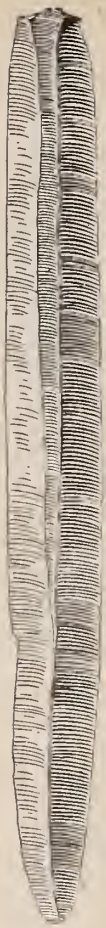


Fig. 188.

Fig. 185.

Fig. 184. Millares. Sép. 17 (v. fig. 174). Coupe longitudinale. A gauche, deux ou trois marches; en *1*, accès (restauration, fig. 175); *2*, première porte, maintenue par une grosse pierre; *3*, couloir; *4*, seconde porte; *5*, suite du couloir avec appartement latéral (de chaque côté); *6*, troisième porte; *7*, colonne au centre de la chambre principale. Les parois de celles-ci sont construites en remblai de pierraille maintenu par des dalles; la voûte est formée par l'encorbellement de minces plaques de schiste: *8*, terrain naturel. Plusieurs parties sont dallées. Le plâtre a été beaucoup employé dans les joints de certaines pierres, mais surtout pour peindre les parois et la colonne. Les appartements latéraux et la portion extérieure de la galerie d'accès paraissent avoir été ajoutés quand le monument était déjà terminé. — Fig. 185 (1/2 gr.). Millares, sép. 9. La plus longue lame complète; brisée en deux fragments. — Fig. 186, 187 (2/3 gr.). Millares, sép. 24, 40. — Fig. 188 (2/3 gr.). Millares, sép. 40.

brables chocs et sont même souvent arrondies et lisses ; leurs tranchants sont abattus, mais ne montrent pas de traces d'usage ; au contraire sur les faces, on voit de temps en temps un point ou une petite surface isolée fortement polie. D'après nous, ces courtes lames, profondément et solidement encastrées dans le bois, ont armé les

Fig. 189.

Fig. 190.

Fig. 191.

Fig. 192.

Fig. 189 (2/3 gr.). Millares, sép. 40. Faucille en silex : le tiers inférieur forme une sorte de poignée, facile à saisir. — Fig. 190 (2/3 gr.). Milares, sép. 23. Pointe de charrue. — Fig. 191 (2/3 gr.). Millares, sép. 5. Pointe de charrue. — Fig. 192 (2/3 gr.). Millares. Scie (?).

pointes des charrues : leur usure se comprend aisément, et les petites parties polies des faces sont dues à la forte pression du bois aux points de contact et à un léger mouvement du silex dans son manche.

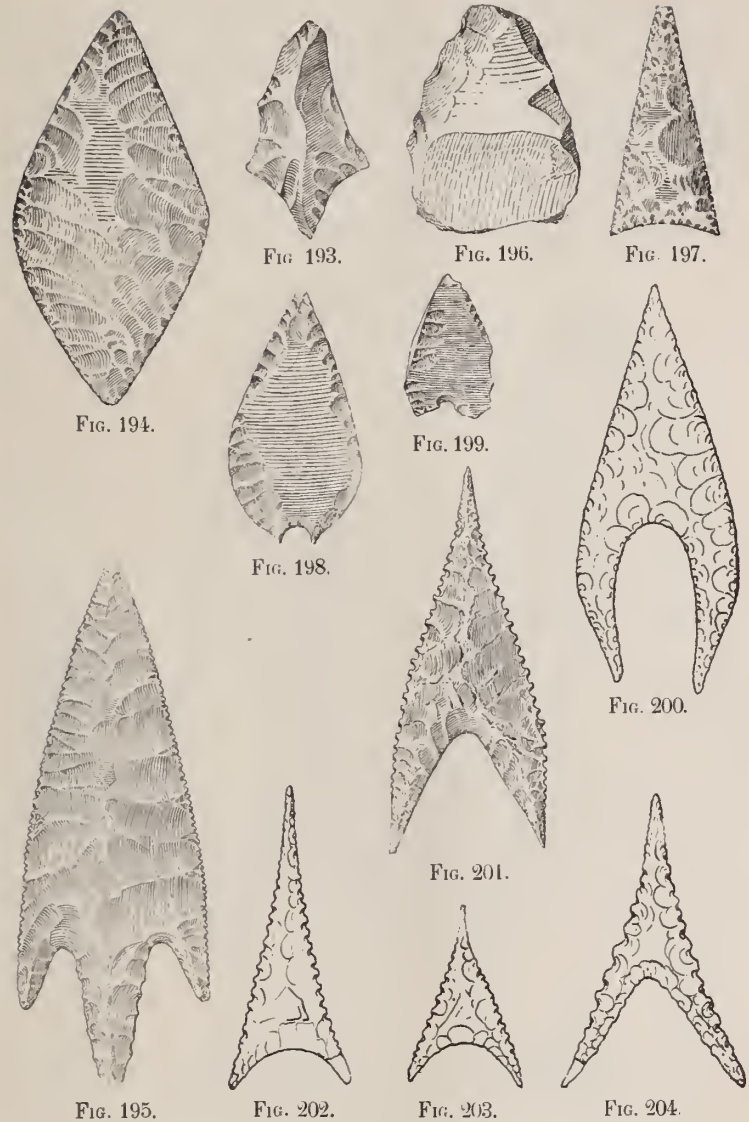
Les scies proprement dites sont exceptionnelles. Les grattoirs sont encore plus rares ; il y a de temps en temps un petit disque.

Les flèches sont fréquemment des merveilles. Nous les séparons en deux groupes. L'un est surtout propre à l'est de la Péninsule, sans manquer à l'ouest ; mais l'autre paraît exclusivement spécial au sud et à l'ouest. Le premier fournit toutes les formes connues à pédoncule. Les belles pièces se distinguent par la grande régularité de leur contour ; elles sont ordinairement plus massives que celles du sud-ouest. Ce dernier groupe donne des flèches triangulaires sans pédoncule ; mais la base du triangle s'évide souvent très profondément sur les pièces de choix ; les barbelures se replient en forme de pinces, ou bien s'écartent beaucoup de l'axe. Il y a des pointes qui s'allongent en véritables tiges ; les côtés sont très souvent dentelés. Il y a dans toutes ces variétés de véritables types distincts. Ainsi la sépulture 5 de los Millares, à côté de 4 pointes en losange et 14 à pédoncule, en contenait 50 triangulaires, presque toutes du même type allongé à base évidée en pince ou croissant (v. fig. 274 et 275). La sépulture n° 40 en a livré trois en losange, 10 avec pédoncules et barbelures, 21 à base en forme de pince et 50 d'un type très élégant : pointe effilée, bords dentelés, barbelures droites ; elles paraissent toutes sorties d'un seul bloc de silex, d'une seule main (fig. 202, 203, 204).

Les poignards en silex sont de forme variée ; leurs soies courtes et leurs encoches ressemblent à celles des lames en métal.

Parmi les outils en os, il n'y a à citer qu'un poignard à bords dentelés.

Le métal est représenté par une série assez complète :



Pointes de flèches (gr. nat.).

Fig. 193. Cueva de Lucas (Murcie), village néolithique. — Fig. 194. Cueva de la Tazona n° 2, sépulture. — Fig. 195. Millares, sép. 17. — Fig. 196. Peña Vaquera (Cordoue), village néolithique. Grossière pointe de flèche en schiste siliceux. — Fig. 197. Azuaga (Badajoz), dolmen n° 3. — Fig. 198. Millares, sép. 16. — Fig. 199. Millares, sép. 12. Éclat à peine retouché. — Fig. 200. Millares, sép. 16. — Fig. 201. Fonelas, dolmen n° 7. — Fig. 202, 203, 204. Millares, sép. 40.

il fournit environ le dixième de l'outillage, sous forme de haches, herminettes, ciseaux, au tranchant souvent élargi; quelques haches sont relativement très longues ; de poinçons parfois retrouvés dans leur manche en os ; d'épingles ou autres pointes allongées ; de lames à double tranchant, munies à leur base d'encoches ou de soies courtes. Il y a aussi quelques lames dentées comme des scies et des lames

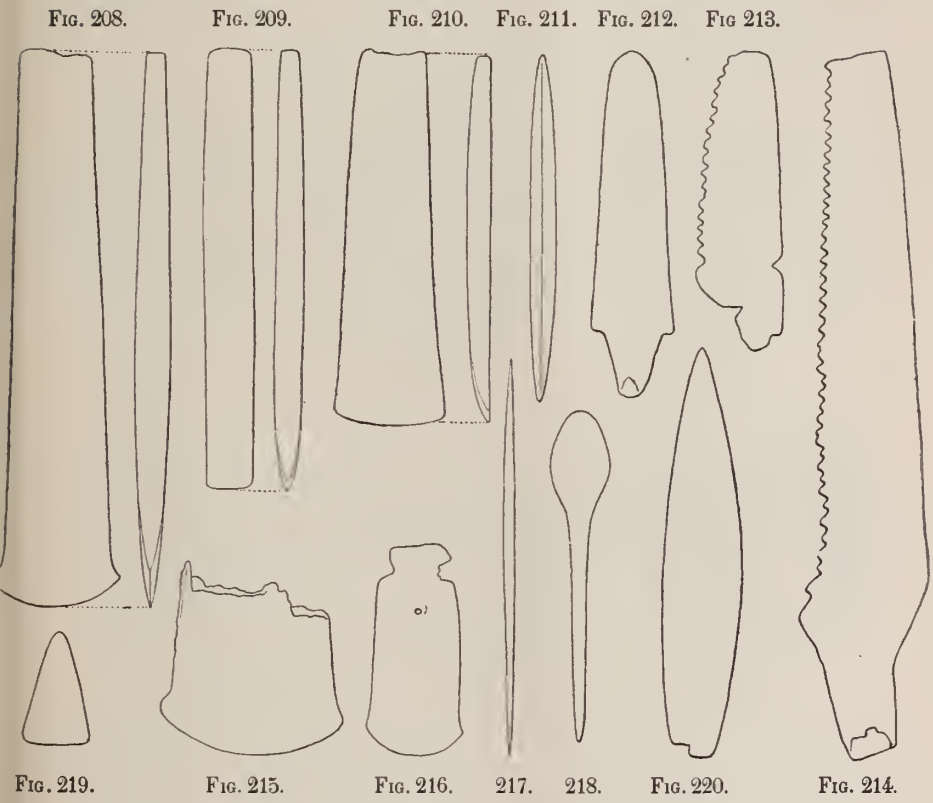
Fig. 205. Fig. 206. Fig. 207.

Los Millares. Poignards en silex.

Fig. 205 (gr. nat.). Sép. 10.— Fig. 206 (2/3 gr.). Sép. 16. — Fig. 207 (2/3 gr.). Sép. 40. Ce poignard était brisé en deux fragments retrouvés loin l'un de l'autre et différemment patinés.

courtes avec soie longue et mince ; ordinairement on les classe parmi les bouts de flèches, mais elles ont aussi certains rapports avec les rasoirs en bronze.

La céramique est moins compliquée qu'à l'époque précédente, mais l'exécution est beaucoup meilleure. Il y a encore de nombreux vases grossièrement faits, mais



Outillage en cuivre (1/2 gr.).

Fig. 208. Millares, sép. 10. Hache. — Fig. 209. Millares, sép. 7. Ciseau. — Fig. 210. Millares, sép. 5. Herminette. — Fig. 211. Millares, sép. 9. Pointe. — Fig. 212. Millares, sép. 22. Couteau. — Fig. 213. Millares, sép. 42. Scie (?) munie d'encoches à la base.— Fig. 214. Millares, sép. 37. Scie (?) avec soie. — Fig. 215, Millares, sép. 31. Hache brisée intentionnellement. — Fig. 216. Millares, sép. 5. Hache (?) très mince. — Fig. 217. Épingle. — Fig. 218. Flèche ou rasoir (?). — Fig. 219. Parazuelos (Murcie), village néolithique. Bout de flèche ou rasoir (?). — Fig. 220. Id. Couteau.

Fig. 221.

Fig. 222.

Fig. 223.

Fig. 224.

Fig. 225.

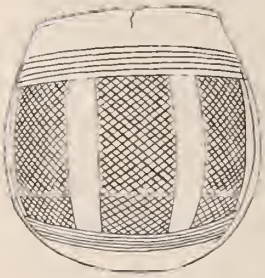


Fig. 226.

Fig. 227.

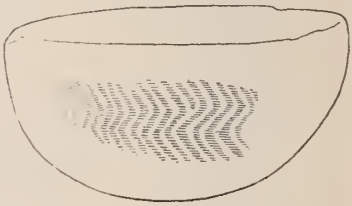


Fig. 228.

Poteries ornées (1/3 gr.). Toutes proviennent de la nécropole de los Millares, sauf celle fig. 226.

Fig. 221. Sép. 15. Ornements gravés, représentant de chaque côté des yeux, et en dessous, des seins en relief; à gauche, des cerfs, comme dans la fig. suivante. — Fig. 222. Sép. 7. Cerfs; signe indéchiffré; yeux surmontant des triangles. — Fig. 223. Sép. 9. Vase à double panse portant chacune deux seins entre des lignes ressemblant à des ailes ouvertes. — Fig. 224. Sép. 36. Fond intérieur d'une petite coupe : autres combinaisons des éléments précédents. — Fig. 225. Sép. 15. Autre fond intérieur avec dessins gravés après la cuisson. — Fig. 226. Fonelas, sép. 10. Vase en terre gypseuse blanche avec ornements gravés (comparer à la fig. 310). — Fig. 227. Sép. 40. Récipient en albâtre, ornements sculptés en relief (rapprocher de la fig. 234). — Fig. 228. Sép. 9. Ornements peints en gris sur fond noir : la cuisson paraît avoir altéré les couleurs.

d'autres sont très réguliers et ont une belle surface brillante, noire plus souvent que rouge. L'ornementation est très remarquable : à côté de dessins où nous ne reconnaissons plus que des motifs décoratifs, il y en a certainement de symboliques : des yeux d'un dessin conventionnel ; des seins ; des lignes comme de grandes ailes ouvertes ; des triangles remplis de points ; des palmes ; des signes parti-

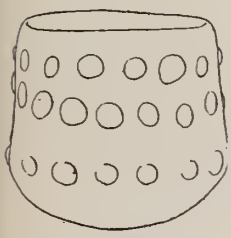


Fig. 229.

Fig. 230.

Fig. 231.

Poteries ornées (1/3 gr.). Toutes proviennent de la nécropole de los Millares.

Fig. 229. Sép. 39. Mamelons en relief. — Fig. 230. Sép. 18. Vase caliciforme : terre grisâtre; les lignes sont formées d'une suite de points. — Fig. 231. Sép. 3. Vase caliciforme : terre rougeâtre dans l'épaisseur, noire à la surface; lignes formées de points, remplies de terre blanche.

culiers. Une scène silvestre se voit reproduite sur deux vases : un cerf entouré et observé par des femelles. Tous ces motifs sont gravés en creux, généralement avant la cuisson, parfois après. Certains vases en terre blanche sont ornés de peintures rouges, vertes et bleues, ainsi que de dessins en creux. Nous en avons un qui rappelle singulièrement les œufs d'autruche peints et gravés, servant de vases, que nous avons rencontrés dans les nécropoles à influence phénicienne de la même région ; ces objets ont en commun, outre la forme, la dimension et la couleur, un système de décoration tout spécial : entre deux bandes horizontales, la panse est divisée en sections par d'autres

Fig. 232 (2/3 gr.). Fonelas, sép. 12. Épingle en ivoire (restaurée).

verticales ; cela rappelle leur procédé probable de suspension par des liens. Les vases en terre ordinaire sont aussi fréquemment peints ; les couleurs, aujourd'hui très altérées, étaient variées, tandis que les motifs paraissent monotones. Il y a de nombreux petits récipients taillés dans l'albâtre, et parfois ornés.

Parmi les produits de l'art du potier, il en est qui se distinguent complètement de ceux que je viens de décrire : ce sont les vases en forme de calice ou de tulipe ; ils ont une forme à part, très élégante ; leur ornementation toute géométrique et régulière est d'un tout autre goût et obtenue par un procédé spécial ; ils sont d'ailleurs assez rares. Tous ces caractères se retrouvent sur les vases caliciformes des sépultures néolithiques de Portugal, France, Italie, Sicile, etc. ; partout ils forment un groupe séparé de l'ensemble des produits considérés comme locaux ; partout ils paraissent exotiques ; le fait est trop général pour qu'on hésite à y reconnaître des objets importés d'un centre commun. Ils représentent une école déterminée qui a dû être limitée dans le temps et dans l'espace.

Les objets de toilette abondent et sont très variés. Quelques lambeaux de toile sont parvenus jusqu'à nous, incrustés par le cuivre ou carbonisés par le feu. Des pastilles de cinabre servaient probablement à se peindre la figure ; elles donnent une belle couleur rouge. L'ivoire est habilement travaillé en épingles, boutons, plaques ornementales, peignes ; un de ceux-ci est taillé dans une lame faite de deux pièces assemblées par tenon et mortaise, c'est un vrai monument : qui nous révèle une grande adresse chez l'artisan, et un

grand luxe dans la toilette des femmes. Une chose étonnante est l'absence de bracelets, objets si répandus au début du néolithique et plus tard à l'âge du bronze; nous n'en avons qu'un seul qui puisse être attribué à la fin du néolithique; il est en cuivre, ainsi que l'unique anneau ou pendant d'oreille. Au contraire, les grains

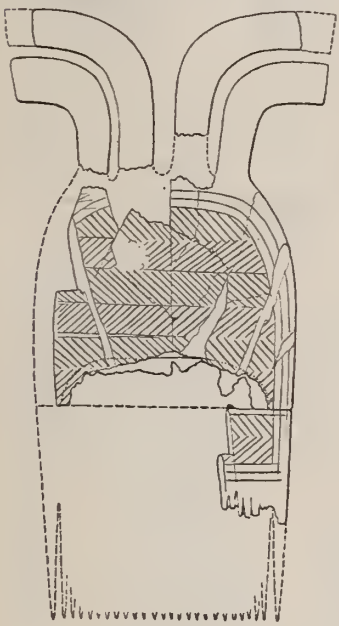


Fig. 233.

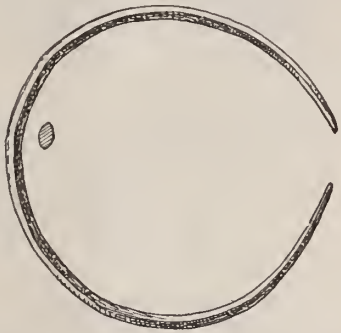


Fig. 235.

Fig. 234.

Fig. 233 (2/3 gr.). Millares, sép. 12. Peigne en ivoire fait en deux pièces. — Fig. 234 (2/3 gr.). Gor (Grenade), dolmen n° 5. Cylindre en os, ornements sculptés (rapprocher de la fig. 227). — Fig. 235 (2/3 gr.). Gor, dolmen n° 4. Bracelet en cuivre.

de collier se ramassent par milliers; beaucoup d'entre eux sont caractéristiques de l'époque : ceux en calcaire blanc, perforés grossièrement par un procédé spécial; d'autres en améthyste, callaïs, jais, ambre, pâte émaillée. Comme ces substances étaient inconnues à l'époque

Grains de collier et boutons (2/3 gr.).

Fig. 236, 237, 238. Millares, sép. 12. Ambre. — Fig. 239 à 242. Id. Jais. — Fig. 243. Id. Améthyste. — Fig. 244. Millares, sép. 9. Callaïs. — Fig. 245. Millares, sép. 25. Callaïs. — Fig. 246. Fonelas, dolmen n° 10. Callaïs. — Fig. 247. Millares, sép. 8. Terre grise émaillée. — De diverses sépultures : Fig. 248. Ivoire; — 249 Test de coquille; — 250 à 253. Coquillages perforés; — 254. Os; — 255. Test ou albâtre; — 256, 257. Calcaire blanc.

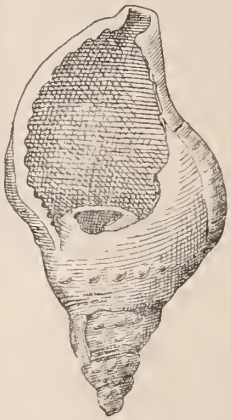


Fig. 258.

Millares, sép. 40. Triton ayant l'intérieur partiellement évidé.

précédente ainsi qu'à l'âge du bronze, alors que les productions du sol étaient mieux connues et exploitées, on doit les considérer comme exotiques, quoiqu'on trouve des gisements de lignite et d'améthyste dans le pays. Des valves d'*Unio* ont été travaillées de manière à ce que leur nacre apparaisse sur toute leur surface ; elles n'ont pas de trous de suspension, pas plus que des défenses de sanglier diversement façonnées et destinées sans doute à être fixées à une partie du vêtement. Mentionnons ici des Tritons dont la columelle a été brisée, de façon à fournir une sorte de récipient ; les bords des cassures sont parfois adoucis par le passage d'une substance solide ; les pointes ne sont pas brisées, comme sur les exemplaires de l'âge du bronze ou modernes, servant de trompettes.

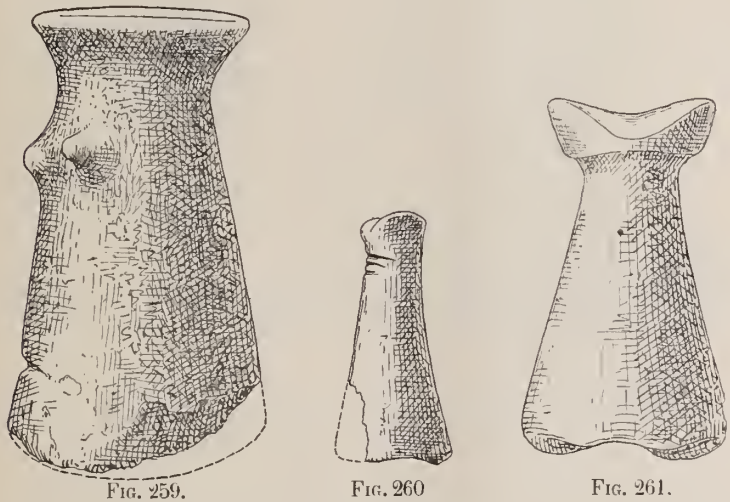
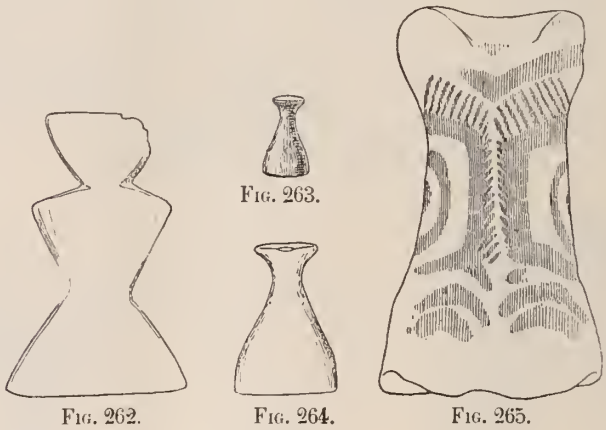


Fig. 259. Fig. 260 Fig. 261.

Statuettes funéraires de los Millares (2/3 gr.).
Fig. 259. Sép. 16. Albâtre. — Fig. 260. Sép. 10. Phalange. — Fig. 261. Sép. 5. Phalange.

Très répandues aussi sont de grossières statuettes taillées dans l'albâtre, le calcaire (aragonite), l'ivoire, le schiste ; les plus curieuses sont de simples phalanges

d'animaux un peu régularisées ; certaines lignes marquent le cou ou des colliers ; une d'elles garde la trace brunâtre d'une peinture ; nous avons cru d'abord qu'on avait voulu représenter une figure, mais, par la comparaison avec les autres, nous arrivons à y voir plutôt l'image du corps entier : tête, cou, seins, mains se joignant sur la poitrine, ornements ou habits. Ces figurines augmentent dans les tombes avec le nombre des morts.



Statuettes funéraires de los Millares (2/3 gr.).
Fig. 262. Sép. 8. Schiste.— Fig. 263. Sép. 40. Aragonite.— Fig. 264. Sép. 40. Ivoire.— Fig. 265. Sép. 7. Phalange avec peintures.

Dans quelques sépultures se trouvaient des plaques de schiste avec des lignes symboliques (Fig. 266) ; d'autres ne gardent la trace d'aucune figure ; percées de trous, elles pendaient sans doute aux murs ou à la colonne, comme des tableaux. Enfin nous avons retrouvé deux exemplaires de crosses en schiste (Fig. 267) : contrairement à celles du Portugal, elles sont grossières et sans dessins ; si ce sont des ornements, on dirait qu'elles ornaient plutôt les édifices que les personnes.

Plaçons ici quelques mots sur les pierres à cupules. Par elles-mêmes, on ne peut rien savoir de leur âge ; mais

on les a retrouvées employées dans la construction de dolmens ; elles sont donc au moins néolithiques, et si on les a choisies pour construire ces dolmens, c'est qu'on attribuait à ce moment un sens quelconque à leurs écuelles ; il est naturel d'en rapporter la plus grande partie au néolithique. Celles que nous connaissons en Espagne sont exclusivement des pierres dans leur position naturelle, bien en relief, et situées sur des lieux élevés. Les cupules

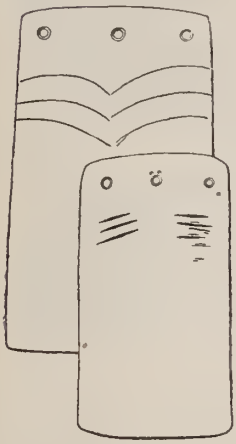


Fig. 266.

Fig. 267.

Fig. 266 (1/4 gr.). Millares, sép. 40. Deux plaques de schiste percées de trous et ornées de lignes symboliques. — Fig. 267 (1/4 gr.). Millares, déblais de la sép. 17. Crosse en schiste.

sont gravées sur leur face supérieure, horizontale ou à peu près. La seule série importante que nous ayons découverte est au sommet du Lomo de Bas, crête schisteuse qui s'élève à 300 mètres au-dessus de la plaine, et à 600 mètres au-dessus de la mer. Son ascension est assez fatigante, et rien n'a pu amener les anciens à y établir leur demeure.

Non loin de Mazarron est une pierre munie d'une cavité naturelle assez considérable, s'ouvrant dans sa face supérieure ; tout autour, des rigoles ont été creusées afin de ramener au réservoir toute l'eau de pluie que pouvait recueillir la pierre. Celle-ci est dans la plaine, près de travaux miniers romains.

Fig. 268, 269 (1/30 (gr.). Lomo de Bas (Murcie). Groupes de cupules gravées dans le schiste. — Fig. 270. Lomo de Bas. Pierre avec une écuelle gravée au sommet. — Fig. 271 (1/30 gr.). Cobdar (Almérie). Deux pierres à cupules superposées (dans leur position naturelle). Vues d'en haut.

Rien n'autorise à identifier cette pierre avec celles dont nous nous occupons, mais il y a des analogies à relever : toutes les pierres à cupules que nous connaissons dans le pays sont parfaitement disposées pour recueillir directement l'eau de pluie ; particulièrement le long canal de la fig. 271 paraît n'avoir d'autre raison d'être que celle de réunir l'eau dans les cupules qui se trouvent à son extré-

mité. La différence entre les pierres que nous comparons est celle-ci : la cupule naturelle de Mazarron est un vrai réservoir recueillant une provision d'eau qui pouvait rendre service, et cela près d'un lieu qui a certainement été habité ; les autres cupules, au contraire, sont loin des lieux habitables, tout en haut dans les montagnes ; leur contenance est insignifiante ; en un mot, l'eau qu'elles recueillent ne valait pas toute cette peine, et d'ailleurs l'étrangeté de leur groupement démontre d'autres préoccupations. Mais dans cette apparente contradiction se trouve peut-être leur explication. Elles recueillaient certainement de l'eau de pluie — nous nous y sommes abreuvé plus d'une fois ; — et puisque cette eau ne pouvait répondre à aucun but pratique, c'est qu'on lui attribuait des vertus spéciales, des propriétés surnaturelles : venant tout droit du ciel, elle n'était pas souillée par le contact de la terre ; de là le choix de pierres isolées, en relief, éloignées des habitations, consacrées peut-être ; on comprend que les dessins irréguliers que forment les cupules aient un sens qui nous échappe. Cette explication ne s'adapte pas aux cupules trouvées sur les parois verticales de rochers ; mais certains de ceux-ci ont pu être renversés; d'ailleurs les cupules ont pu avec le temps perdre leur signification primitive ; il peut y en avoir de diverses époques.

RÉSUMÉ DU NÉOLITHIQUE.

Les grottes sépulcrales naturelles ou artificielles, les dolmens, les coupoles, en un mot les monuments funéraires du néolithique ne sont pas de simples dépôts où l'on entassait des restes plus ou moins vénérés. Ces constructions grandioses ; ces belles chambres spacieuses, ornées de peintures et de sculptures ; ces suites d'appartements avec leurs vestibules, leurs portes, leurs antichambres, avec leurs portiques extérieurs, près desquels

gisent les vestiges d'un culte oublié ; et bien d'autres détails qui nous échappent ; tout ce plan compliqué, quoique variable dans les détails, répond à une idée souveraine dont le règne s'étendit sur de vastes contrées et dura de longs siècles.

« Le tombeau égyptien, dit Maspero (*L'Archéologie égyptienne*, p. 109), était une maison, la *maison éternelle* du mort, au prix de laquelle les maisons de cette terre sont des hôtelleries, et le plan sur lequel il était établi répondait fidèlement à la conception que l'on se faisait de l'autre vie. Il devait renfermer les appartements privés de l'âme,... les salles d'audience du *double*, où les prêtres et les amis venaient apporter leurs souhaits et leurs offrandes, et, entre les deux, des couloirs plus ou moins longs. La manière dont ces trois parties étaient disposées variait beaucoup selon les époques, les localités, la nature du terrain, la condition et le caprice de chaque individu ;... mais le principe est toujours le même : *la tombe est un logis, dont l'agencement doit favoriser le bien-être et assurer la perpétuité du mort.* »

Cette conception s'applique parfaitement aux tombes néolithiques, surtout en Espagne, et si l'on tient compte de la différence qu'il y a entre les manifestations de peuplades sortant de la barbarie et celles d'une nation puissante, parvenue au faîte de la civilisation.

Le plan même du tombeau néolithique est bien celui d'une maison qu'on a voulu rendre éternelle. On construisait pour les morts de véritables logis, des villes entières, où ils continuaient à vivre non loin des leurs, et d'une vie toute semblable. Ils entraient dans leur dernière demeure avec leurs habits et leurs parures ; ils emportaient avec eux les instruments les plus nécessaires de la vie quotidienne : la charrue pour féconder la terre, la faucille pour recueillir le pain, les flèches pour abattre le gibier ou pour continuer à combattre l'ennemi à côté des vivants, la hache, l'herminette, le ciseau pour le travail du bois,

des couteaux, des poignards, du fard pour s'embellir, des vases à destination variée ; et que d'objets ont pu disparaître ! Les divinités, peintes et sculptées sur les murs ou sur des tableaux, protégeaient leur nouvelle existence. Ne faut-il pas voir des images de leur âme ou de leur *double* dans les statuettes répandues dans ces demeures, comme dans les tombes égyptiennes où elles avaient cette signification ?

Rien dans le mobilier funéraire ne paraît avoir un caractère votif : beaucoup d'objets portent des traces d'un long usage ; tous sans doute ont servi et devaient continuer à servir, même ceux qu'on a pu briser intentionnellement pour que leur âme suive celle de leur possesseur. Les statuettes elles-mêmes devaient remplir un but utile. Nous retrouvons dans ces sépultures toutes les pièces essentielles de la vie ordinaire ; tout au plus aura-t-on peut-être choisi les plus belles. Certains objets manquent : tels les meules, broyeurs ; d'ailleurs il n'y a pas de foyers, de fours, etc., etc. : c'est que le mort quittait sa demeure pour aller labourer à côté de ses fils ; il faisait la moisson avec eux ; leurs greniers, leurs foyers étaient communs ; ils s'abreuvaient aux mêmes sources... ; nous pouvons comprendre, mais non préciser.

Le mort n'emportait avec lui aucune sorte de provisions, mais tout ce qu'il fallait pour pourvoir lui-même à son existence. La tombe n'était pas un lieu de repos ou de passage, mais un logis approprié à une vie active et éternelle.

Ces propositions résument une religion, qui dans nos temps préhistoriques est la propriété et la caractéristique du néolithique.

Une autre chose lui appartient en propre : l'activité et l'extension des relations maritimes. On peut considérer comme exotiques l'ambre, la callaïs, le lignite, l'améthyste, les perles émaillées, les vases en tulipe, l'ivoire transformé en peignes d'un travail délicat, tous objets qui

manquent aux époques caractérisées par l'utilisation des produits locaux. Une influence étrangère explique aussi sans effort une série de faits : les vases imitant les œufs d'autruche ; leurs gravures ; leurs ornements en couleur ; les peintures murales ; on lui doit les nouveaux procédés, la perfection de la taille du silex, une métallurgie naissante, l'agriculture avec la science de l'irrigation, la domestication des animaux, le tissage, les principes d'architecture, etc. ; enfin ce culte des morts qui tenait tant de place dans les préoccupations.

Le néolithique a certains rapports avec le paléolithique, parce que les deux industries faisaient surtout usage du silex, ce qui donne à leurs produits un air de famille. Mais l'un n'est pas nécessairement la suite de l'autre.

De fait, nous ignorons où, quand et comment le néolithique s'est développé avant d'arriver en occident. Il a pris dans chaque région un aspect local en rapport avec les mœurs et la civilisation, à tel point que son origine véritable devient difficile à discerner. Dans le nord, où les métaux pénétraient difficilement, la pierre conserve ou reprend sa suprématie dans l'outillage : les armes en pierre considérées comme copiées de modèles métalliques sont bien instructives dans cette question. A mesure qu'on avance vers l'Espagne, puis vers l'est méditerranéen, les caractères d'infériorité s'effacent ; on croit assister à des progrès successifs, à la découverte du cuivre, puis du bronze, etc. : illusion bien naturelle, mais la vérité est qu'on remonte vers la source d'où émanaient tous ces progrès, vers les centres civilisés de l'antiquité.

Pour résoudre le problème de l'arrivée du néolithique dans les régions maritimes de l'ouest européen, il y a quelques faits acquis d'une extrême importance, sur lesquels il faut insister.

A Hissarlik, les métaux, cuivre, bronze, argent, or, et même le plomb étaient couramment employés en même

temps que des lames de silex et un très grand nombre d'outils en pierre polie : haches, herminettes, ciseaux. On ne peut pas considérer cet outillage comme la survivance d'un âge de pierre plus ancien. Le grand nombre d'objets en pierre polie (plus de 600, dit Schliemann), leur variété de forme et de grandeur, la recherche de substances précieuses, mais surtout judicieusement choisies, comme le jade vert et blanc, tout cela montre clairement le règne de la pierre polie à son apogée. Or la pierre polie caractérise, comme on l'a vu, la plus vieille phase du néolithique proprement dit en Espagne, antérieure à la belle taille du silex ; ce sont les mêmes formes et dimensions, les mêmes pierres vertes, la même recherche de minéraux rares et se distinguant par leur ténacité, comme la fibrolithe, dont la variété blanche pouvait bien passer pour du jade blanc. Mais les analogies entre les deux civilisations ne se réduisent pas à cela. Nous citerons encore la ressemblance des poteries : les formes dominantes sont des amphores ou des cruches à goulot ; une forme extraordinaire, celle d'un tonneau ou d'un œuf à goulot latéral, est commune à l'Espagne, à Hissarlik et à Chypre. Les anses en croissant renversé, celles à trous verticaux et horizontaux sont analogues. Dans les deux contrées, les poteries sont ornées de dessins gravés ; l'emploi de la couleur est venu plus tard. L'identité des idoles ou amulettes de pierre est frappante. Des deux côtés les fusaïoles (1) abondent ; l'or est connu et employé dans le même but. Les meules, les broyeurs avec cavités pour loger les doigts, les marteaux, les pointes en os sont semblables.

Pour les objets énumérés jusqu'ici la différence ne porte que sur la beauté et la richesse ; plus importante est celle qui résulte de la présence à Hissarlik de quelques

(1) Nous conservons ce nom aux disques ou sphères en terre cuite percés d'un trou, quoique leur destination soit problématique. Nous n'en avons jamais trouvé un seul datant du néolithique récent : ils paraissent répondre à un usage spécial au seul âge de la pierre polie (néolithique ancien) ; les rapports que nous signalons ici n'en sont que plus significatifs.

armes en métal, d'ailleurs primitives ; mais il est manifeste que c'étaient des objets de prix, et il ne nous est pas prouvé qu'en Espagne il n'en existait pas à l'âge de la pierre polie.

Nous ne croyons pas que, dans l'ensemble, on puisse trouver entre la civilisation d'Hissarlik et celle du néolithique ancien d'Espagne des différences d'un ordre autre que celles qui existent naturellement entre deux centres contemporains, dont l'un serait une riche capitale, au courant des derniers progrès, comblée de tout ce que le com-

Fig. 272 à 275 (2/3 gr.). Millares, sép. 5. Types de 54 des 68 flèches que contenait cette sépulture. — Fig. 276 à 279 (2/3 gr.). Mycènes, sép. 4. Types des 35 flèches que contenait cette sépulture.

merce apportait de beau et d'utile, et l'autre des tribus arriérées, perdues dans l'éloignement, s'essayant avec de maigres ressources à imiter les quelques produits que leur apportait le commerce ou qu'ils connaissaient par des récits.

Si l'on se demandait ce qu'aurait pu faire l'habitant d'Hissarlik, chassé et livré à ses propres forces dans les montagnes de l'Espagne, on trouverait, nous semble-t-il,

une réponse satisfaisante en montrant les œuvres du néolithique ancien dans ce dernier pays.

Plus tard, en pleine civilisation mycénienne, nous trouvons, à Mycènes même, les flèches de pierre propres à la deuxième et dernière phase du néolithique, ainsi que des couteaux et encore quelques haches polies. Comme on peut le voir par le croquis ci-joint, le type des flèches mycéniennes est un de ceux du sud-ouest espagnol.

D'autres analogies sont à signaler : les acropoles, le plan des sépultures, les colonnes, l'ambre, l'améthyste, la terre émaillée, les peintures murales, les vases peints, les idoles peintes, le développement de la métallurgie, etc. : il y a toute une série de choses qui montrent que les deux extrémités de la Méditerranée subissaient une même influence générale, et profitaient, quoique dans une mesure très inégale, des progrès de la civilisation. Si à tout cela on joint les nombreuses preuves signalées plus haut d'un commerce maritime très actif, on peut affirmer que chaque découverte nouvelle montre un lien de parenté de plus entre le dernier âge de pierre de notre occident et les vieilles civilisations orientales.

AGE DU CUIVRE.

En Espagne, la dernière civilisation néolithique, que nous venons d'étudier, a connu le cuivre dès son début. Les découvertes sans cuivre n'ont rien qui les fasse plus vieilles que celles où se montre le métal : l'absence de ce dernier est un accident (1). M. Cartailhac arrive à de semblables conclusions : le groupe des dolmens français caractérisé par l'absence simultanée du métal et d'autres produits considérés comme exotiques, est tellement réduit, qu'il y a disproportion entre lui et la longue période à laquelle il correspondrait seul.

(1) Nous ne serions même pas étonné qu'on découvrît un jour des objets en métal datant de la phase ancienne du néolithique.

Le cuivre pur trouve fort peu d'applications dans une industrie rudimentaire : c'est un auxiliaire de la pierre, incapable de la supplanter ; il la remplace dans la confection d'instruments massifs, des haches polies, herminettes, ciseaux; on en fait aussi quelques objets nouveaux plus délicats : poinçons, épingles, et de rares lames ; mais la pierre lui reste supérieure pour la plupart des armes et outils. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si les découvertes les plus riches ne contiennent qu'un instrument de cuivre sur dix de silex, et si celles de moindre importance n'en contiennent pas du tout.

Nous admettions, dans notre ouvrage sur *Les Premiers âges du métal dans le sud-est de l'Espagne*, que le premier métal connu en Espagne était le bronze. Nous avons complété les découvertes sur lesquelles s'appuie cette opinion, et nous devons dire qu'il n'est plus permis d'être aussi affirmatif. Ces trouvailles ont de singuliers rapports avec le néolithique, mais elles forment un groupe qui s'en sépare d'une façon si nette qu'il faut l'attribuer à une autre race, si pas à une autre époque.

Il est certain qu'il existe en Espagne une civilisation spéciale, faisant, à côté de la pierre, un usage réduit du cuivre, à l'exclusion du bronze. A ce titre, elle mériterait le nom d'âge du cuivre : mais ce n'est pas un âge nouveau ; ce serait un nom nouveau à donner à une période parfaitement connue et étudiée : le néolithique. Le cuivre est un caractère accessoire de cette civilisation ; il manque souvent ; l'emploi de son nom expose donc à de fréquentes contradictions. Aussi paraît-il préférable de s'en tenir au terme généralement accepté de néolithique, nom qui répond au caractère le plus saillant de l'époque et commun à tous les pays d'Europe où on l'a étudiée, et à toutes les stations qui lui appartiennent.

AGE DU BRONZE.

Le bronze a fait ce que ne pouvait faire le cuivre, détrôner la pierre ; mais les faits montrent que ce ne fut qu'à la longue.

On retrouve en Espagne les ruines de villes et de nécropoles dont l'âge diffère peu de celui des précédentes.

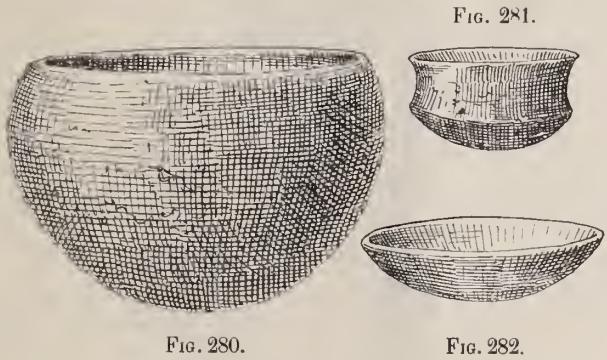


Fig 280 à 282 (1/3 gr.). Los Eriales (Grenade), dolmen n° 1. Poteries de forme et d'époque intermédiaires entre le néolithique et l'âge du bronze.

Les coutumes funéraires sont les mêmes ; la céramique se modifie : les formes des vases se rapprochent des profils de l'époque suivante ; l'usage de la pierre est en décadence ; les armes de cuivre se multiplient ; à côté d'elles on en trouve d'autres en bronze, de travail simple ; mais déjà les couteaux ont des rivets pour leur fixation au manche.

Les découvertes relatives à cette période ne sont pas encore très nombreuses, mais nous paraissent suffisantes pour montrer qu'il y a continuité entre les trouvailles.

Pour la phase suivante de l'âge du bronze, au contraire, les données abondent.

L'Espagne est extraordinairement riche en métaux ; beaucoup de ses gisements sont aujourd'hui inexploitables,

mais ils constituaient pour l'antiquité des sources de richesses fabuleuses ; on sait la profonde impression qu'en garda l'esprit des anciens : la légende des ruisseaux d'argent fondu coulant à la surface du sol après un incendie est le véritable point de départ de l'histoire de

Fig. 283.

Fig. 284. Fig. 286. Fig. 285.

Fig. 283 à 286 (2/3 gr.). Los Eriales, dolmen n° 1. Armes et outils en cuivre et en bronze, mélange ou passage des formes néolithiques à celles de l'âge du bronze. D'après l'aspect du métal, ces objets paraissent de cuivre pur, tandis que deux couteaux semblables à 283 paraissent être en bronze.

ce pays. Les métaux, aussitôt découverts, ont été ardemment convoités. Cela prouve, disons-le en passant, d'accord avec la tradition (on devrait dire l'histoire), qu'à

l'époque de cette découverte les peuples étrangers attribuaient une grande valeur à l'argent, ce qui implique pour le premier emploi de celui-ci une antiquité beaucoup plus reculée. Déjà au néolithique la guerre était allumée; mais que se disputaient les hommes, l'or des moissons ou celui des mines? Leurs remparts s'élevaient-ils contre un ennemi commun? Nous savons que le commerce apportait nombre d'objets manufacturés ; mais explique-t-il tous les faits? Depuis que les indigènes employaient couramment l'argent, la question paraît plus facile à résoudre: c'est surtout ce métal précieux qu'on venait leur disputer.

Nous avons décrit dans notre ouvrage cité (voyez aussi *Rev. des quest. scient.*, 1888) la civilisation qui s'est développée sous ces influences. Nous la croyions spéciale au sud-est; mais depuis nous l'avons retrouvée dans tout le sud : en Grenade, Cordoue, Séville, etc. Des rapports d'ingénieurs exploitant au XVIe siècle les mines d'argent de Guadalcanal (au nord de Séville) font mention de hallebardes à rivets d'argent, armes caractéristiques de cette civilisation ; à l'endroit indiqué il ne reste rien, mais il est bien probable que les préhistoriques ont exploité ces filons qui fournissent de l'argent natif et des minerais d'argent non plombifères.

Le R. P. Capelle, S. J., vient de trouver près d'Uclés (prov. de Cuenca) une ville fortifiée de la même époque, renfermant une curieuse caverne, ayant à notre avis servi simultanément de lieu d'habitation et de sépulture, et de passage à une source d'eau qui se trouve tout au fond.

Dans toute la moitié sud et dans le centre de la Péninsule a donc régné, à un moment donné, cette civilisation particulière et si intéressante. Parmi les découvertes nouvelles relatives à cette période, nous citerons les sarcophages en pierre que nous avons trouvés à l'Oficio (fig. 287); de la même ville, une construction en terre adossée à un mur (fig. 288); elle fait penser à un autel; les cornes étaient creuses, par suite de la disparition d'un

soutien en bois sans lequel elles auraient été trop fragiles; contre le même mur, à 50 centimètres à droite, se voyaient les débris d'un monument analogue. Nous reproduisons aussi une hallebarde en cuivre de l'Argar, avec une bonne partie de son manche en bois (fig. 289).

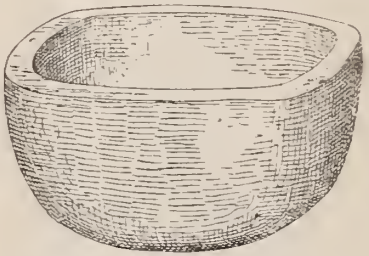


Fig. 287 (1/20 gr.). El Oficio (Almérie). ville de l'âge du bronze. Sarcophage en pierre tendre.

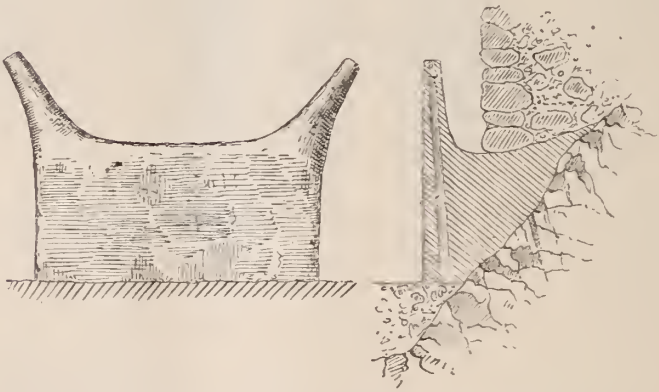


Fig. 288 (1/20 gr.). El Oficio. Sorte d'autel (?) adossé à un mur. Vue et coupe.

On peut affirmer qu'au néolithique la note dominante est donnée par les objets et les coutumes exotiques qu'on retrouve tout le long des rivages de la Méditerranée et de

l'Océan. A l'âge du bronze, au contraire, c'est le caractère local qui frappe à la vue des usages et des produits d'art et d'industrie.

L'étain, entrant dans la composition du bronze, provient de loin, car le sud de l'Espagne n'en produit pas. Les rares perles de pâte vitreuse, un peu d'ivoire, peut-être les grandes épées portent encore une marque étrangère, mais c'est presque tout. Les perles sont en os ou en produits locaux de peu de valeur, d'un travail grossier ; l'abondance des bracelets, bagues et pendants d'oreille de

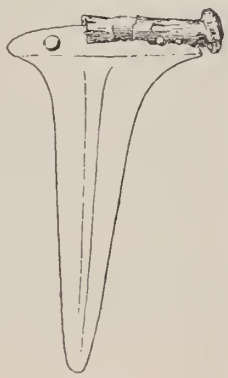


Fig. 289 (1/4 gr.). El Argar (Almérie), ville de l'âge du bronze, sép. n° 1009. Hallebarde en cuivre avec portion de son manche en bois.

forme simple, contraste avec l'absence de ces ornements à l'époque précédente ; les armes restent primitives ; la poterie est élégante et légère, à surface noire luisante ; la peinture est inconnue et les dessins ne se retrouvent que très rarement ; les peignes ne sont plus que des plaques carrées sans ornements. En résumé, il y a moins de recherche, moins de complication dans les objets d'art et d'industrie, mais plusieurs d'entre eux ont des profils plus gracieux.

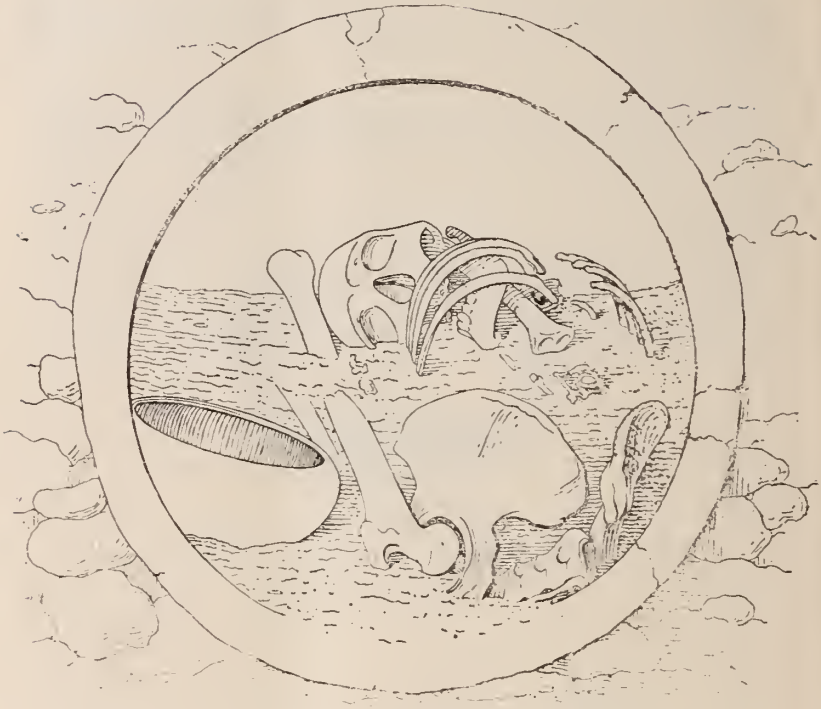


Fig. 289 bis. El Argar. Sépulture n° 5. Urne en terre cuite.

Fig. 289 ter. El Argar. Sépulture n° 129, formée de six dalles de pierre.

De la religion et des coutumes funéraires du néolithique, il ne reste rien. On enferme les morts dans d'étroits cercueils de pierre ou de poterie ; on les enterre dans les souterrains des maisons. On les pare de tout ce qu'ils ont de précieux et on met près d'eux tout leur équipement personnel ; mais plus d'outils pour travailler; au lieu de cela, quelques provisions ; on les dirait préparés pour un voyage seulement ; en dehors de cette coutume qui montre la croyance à une autre vie, rien dans ces tombes ne rappelle un culte ou une religion.

On se souvient des nombreuses petites scies de silex que nous avons recueillies dans les ruines des maisons. M. Flinders Petrie a prouvé que c'étaient des éléments de faucilles, implantés l'un à côté de l'autre dans un manche recourbé en bois. C'est d'ailleurs le seul usage auquel on employait le silex.

Quoique la transition du néolithique à l'âge du bronze paraisse s'être faite graduellement, on se demande si entre les deux époques ne se place pas un événement important. L'isolement que semble montrer la rareté des produits importés explique-t-il suffisamment les profondes modifications observées ?

FIN DE L'AGE DU BRONZE.

Les villes néolithiques ont été fréquemment détruites par le feu ; mais souvent elles auront été reconstruites et habitées longtemps après. Celles de l'âge du bronze doivent généralement aussi leur destruction à l'incendie ; mais elles paraissent plus souvent avoir été définitivement abandonnées. Peut-être y a-t-il là une raison pour croire que la civilisation qui leur succéda était toute différente et fut apportée par une puissante invasion. Cela expliquerait aussi la rareté des restes que l'on peut attribuer à la fin de l'âge du bronze. Les haches à douilles sont très

rares, vraiment accidentelles. Les haches à talon sont bien représentées; elles ont une physionomie particulière, ainsi que d'autres, comme elles, en cuivre. Jamais on n'a retrouvé des stations bien caractérisées, villes ou sépultures. Le fait est étrange dans un pays qui a si bien gardé les ruines des villages et nécropoles de toutes les époques préhistoriques et historiques.

Faut-il peut-être attribuer à cette époque le groupe de

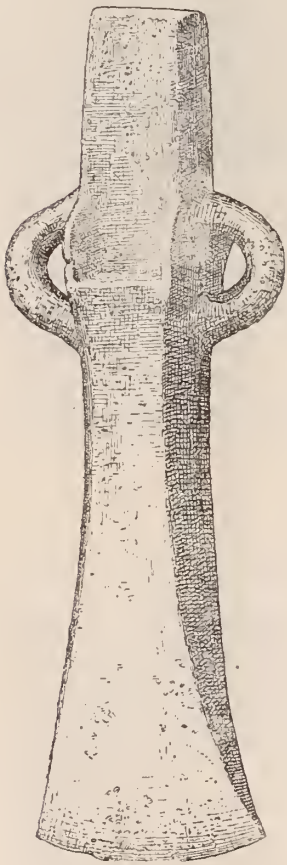


Fig. 290.

Fig. 291.

Fig. 290 (1/2 gr.). Totana (Murcie). Hache (?) en cuivre. — Fig. 291 (1/2 gr.). Grenade (collection J. Evans). Hache en cuivre.

sépultures que nous avons considérées tout d'abord comme néolithiques, à cause de leur proximité des habitations de cette époque et d'autres rapports? Ce sont des constructions semblables aux dolmens, ou bien de petits

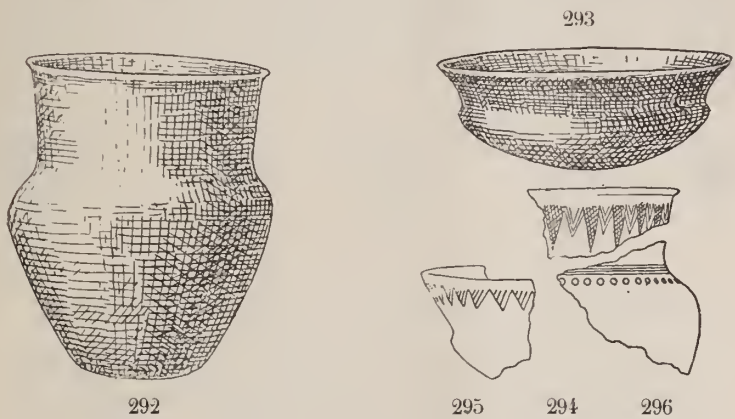
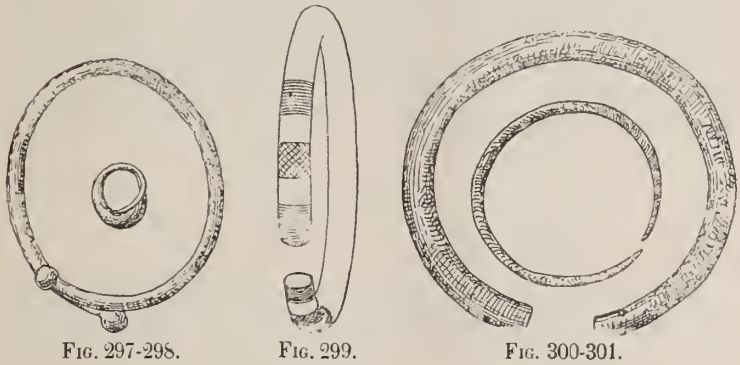


Fig. 292 à 296 (1/6 gr.). Urnes cinéraires et leurs couvercles.



Bracelets et pendants d'oreille en bronze (2/3 gr.).
Fig. 297-298. Cañada Flores (Almérie). — Fig. 299, 300-301. Millares, sép. 33.

caissons de dalles ou simplement des urnes. On y trouve soit des squelettes non brûlés, soit des cendres renfermées dans des urnes, ou encore les deux procédés réunis. Le

mobilier est exclusivement composé d'objets d'ornement : bracelets, bagues ou pendants d'oreille en bronze, parfois ornés de lignes ; grains de collier en bronze, en cornaline, un exemplaire en verre bleu, et un bon nombre en calcaire identiques à ceux du néolithique et percés par le même procédé ; une feuille de bronze ornée de points et munie de deux rivets en fer ; un autre fragment semblable;

302 303 304 305 306

Grains de collier (2/3 gr.).
Fig. 302, 303. Bronze. — Fig. 304. Calcaire. — Fig. 305, 306. Cornaline.

un objet en os. Les vases sont de la même technique qu'aux âges néolithique et du bronze ; les formes diffèrent.

Une raison qui paraît justifier l'attribution de ces sépultures à la fin du bronze ou au commencement du fer, c'est l'analogie qu'elles présentent avec celles des nécropoles à influences phénicienne et grecque que nous avons fouillées dans le même pays. Aussi nous donnerons quelques courts détails au sujet de ces dernières pour permettre la comparaison.

AGE DU FER.

On trouve dans ces nécropoles des tombes à inhumation et d'autres à incinération. Les urnes cinéraires avec leurs couvercles dérivent bien certainement de celles que nous venons d'examiner ou d'autres types analogues ; seulement elles sont faites au tour et souvent couvertes de peintures ; parmi elles il y a des cratères grecs à figures rouges sur fond noir ; au milieu des cendres se trouvent de nombreux bijoux ; les perles en cornaline ne sont pas rares, mais celles en verre à dessins bleus sont les plus

abondantes; les bracelets, bagues, etc., sont de formes presque toujours simples, en bronze, fer, argent et or; certains objets rappellent les mobiliers funéraires de Sardaigne; quelques amulettes paraissent sorties du même atelier que celles que reproduisent Perrot et Chipiez *(Histoire de l'art dans l'antiquité,* III, fig. 177, 178 et 180); il y a aussi des scarabées en terre émaillée ou en pierre, avec scènes d'adoration; une cornaline représente une sorte de réduction du jugement des morts : une momie debout, aux pieds d'un dieu portant une balance (?). Près

Fig. 307. Fig. 308.

Fig. 307, 308 (1/6 gr.). Urnes cinéraires avec leurs couvercles. Les peintures brunes et noires de 307 rappellent les gravures du couvercle 295.

des urnes, plus souvent qu'à l'intérieur, sont des armes en fer : sabres courts ondulés, poignards, lances à douille ornée de cuivre et d'argent; débris de boucliers, ceinturons, fibules, etc.; les armes sont toujours tordues; enfin quelques monnaies de l'époque romaine.

La disposition des tombes à inhumation ressemble beau-

coup à celles de Sardaigne, avec leurs grandes amphores d'une forme particulière ; un détail caractéristique est la présence constante d'un récipient formé d'un œuf d'autruche peint ou gravé.

Ces nécropoles, fort répandues en Espagne, représentent une période très longue ; elles témoignent de l'arrivée

Fig. 309.

Fig. 310.

Fig. 309, 310 (1/3 gr.). Œufs d'autruche avec peintures rouges et brunes.

de deux races, mais il est difficile de dire dans quel ordre elles se sont succédé. Les urnes préhistoriques plaideraient pour l'antériorité du peuple qui incinérait ses morts ; mais dès le néolithique nous saisissons l'influence profonde d'une religion qui ne les brûlait pas.

De tout cela on peut conclure que l'Espagne, depuis la fin du paléolithique, n'a cessé d'être inondée d'étrangers, attirés par ses richesses et particulièrement par celles qui ont fait naître la légende des *ruisseaux d'argent fondu*.

L. Siret,
ingénieur à Aguilas (prov. de Murcie, Espagne).

DEUX PASSAGES CURIEUX

D'UN LIVRE OUBLIÉ

Ce livre oublié est la *Philosophia magnetica,* publiée à Ferrare, en 1629, par le P. Nicolas Cabeus, de la Compagnie de Jésus (1). Les deux passages curieux que nous voulons en extraire ont trait l'un à l'attraction apparente des corps solides et des bulles gazeuses flottant à la surface de l'eau, et à la formation des lames liquides; l'autre, à l'emploi de la balance dans l'étude de la gravité. Avant de les citer, il ne sera pas inutile d'expliquer comment des phénomènes qui rentrent aujourd'hui dans le traité de la capillarité, ont pu, au commencement du XVIIe siècle, trouver place dans un traité du magnétisme, et comment ils y ont provoqué une digression sur la gravité.

Vingt-neuf ans avant l'apparition du livre du P. Cabeus, le médecin anglais Gilbert avait publié, sur le magnétisme, un ouvrage resté célèbre (2). On connaissait alors et depuis longtemps la propriété de l'aimant naturel d'attirer le fer, et celle de l'ambre jaune frotté d'attirer les corps légers; mais on confondait un peu ces deux phénomènes. Gilbert s'attache, dans son

(1) Voici le titre complet de cet ouvrage : *Philosophia magnetica, in qua magnetis natura penitus explicatur, et omnium quae hoc lapide cernuntur causae propriae afferuntur ; nova etiam pyxis construitur, quae propriam poli elevationem cum suo meridiano ubique demonstrat. Multa quoque dicuntur de electricis et aliis attractionibus et eorum causis.* Auctore Nicolao Cabeo, Ferrariensi, Soc. Jesu. — Ferrariae, 1629.

(2) Guilielmi Gilberti Colcestrensis, medici Londiniensis, *De magnete, magneticisque corporibus, et de magno magnete tellure; Physiologia nova pluribus et argumentis et experimentis demonstrata.* — Londini, 1600.

livre, à les distinguer, et consacre un chapitre entier (livre II, chapitre II) aux attractions électriques. Il dresse une liste, déjà très longue, de corps qui partagent avec l'ambre la vertu électrique; il imagine le premier électroscope; signale l'attraction des gouttes d'eau par les corps électrisés; remarque l'influence pernicieuse de l'air humide sur les manifestations électriques, etc.

Aussi longtemps qu'il s'en tient aux faits d'expérience, il mérite tous les éloges; mais il se hâte malheureusement de généraliser et de conclure, et arrive à énoncer, sur la nature des attractions électriques, des idées dont le moindre défaut est d'être très obscures. La vertu agglutinative des substances humides joue un rôle capital dans sa théorie, qu'il cherche à confirmer en alléguant l'adhérence des surfaces mouillées, la réunion des gouttelettes liquides, et l'attraction des corps solides et des bulles gazeuses flottant à la surface de l'eau; ce sont là, pour lui, autant de phénomènes sinon absolument identiques, au moins parfaitement assimilables aux attractions électriques.

Le P. Cabeus, écrivant son traité de magnétisme vingt-neuf ans après la publication de celui de Gilbert, qu'il connaît et admire beaucoup, devait nécessairement rencontrer sur son chemin les attractions électriques et celles des corps flottants : il n'hésite pas à les introduire dans son livre; son docte confrère, le P. Kircher, n'hésitera pas davantage, quelques années plus tard, à faire entrer, par une porte analogue, une explication des mouvements du ludion dans son livre *Magnes, sive de arte magnetica*. D'ailleurs, à cette époque, tout écrivain qui se respectait ne parlait au public que dans un in-folio.... au moins; fallût-il pour cela redire, pour contredire, tout ce qui avait été dit jusque-là, et mettre en pratique, dans la mesure la plus large, la maxime commode dans l'occurrence : " Tout est dans tout. „

Au chapitre II du livre II de Gilbert répondent, dans celui de Cabeus, les chapitres XVII à XXI de son livre II. Il loue la sagacité et l'habileté expérimentale de son prédécesseur; refait ses expériences et en imagine de nouvelles; allonge la liste des corps électrisables par le frottement; insiste sur la *répulsion qui suit l'attraction des corps légers après leur contact avec le corps frotté;* constate que les corps électrisés ne possèdent pas de pôles, comme les aimants; et recommande à son tour, aux chercheurs de l'avenir, d'expérimenter surtout en hiver, par un temps froid et sec, et par un ciel bien pur.

Enfin, il arrive au nœud de la question, *la cause et le méca-*

nisme des attractions électriques. " Je laisserai de côté, dit-il, toutes les théories qui cadrent moins avec les expériences, pour m'en tenir à l'examen de l'opinion de Gilbert, qui me paraît être celui qui a traité ce sujet avec le plus de soin. „ Il expose très fidèlement, et aussi clairement que le permet l'obscurité du sujet, la théorie du savant anglais; la tourne et la retourne en tous sens pour en montrer les côtés faibles, les contradictions; et insiste surtout sur l'idée malheureuse d'assimiler aux attractions électriques les mouvements des corps solides et des bulles gazeuses flottant sur la surface d'un liquide : "ce sont là, dit-il, des phénomènes d'un ordre tout différent, qui n'ont rien de commun avec les actions électriques, *qui n'ont rien à voir avec un genre d'attraction quelconque :* ils dépendent uniquement de la gravité et de la cohésion des liquides. „ Mais pour justifier cette assertion, il doit prouver que la gravité ne rentre dans aucun genre d'attraction ; et c'est ainsi qu'à la fin du chapitre XIX s'introduit la digression relative à la gravité. Nous en renvoyons la citation à la fin des extraits que nous allons faire d'abord du chapitre XX et qui ont trait aux phénomènes capillaires.

Voici le titre de ce chapitre : *On y réfute l'opinion de Gilbert sur les attractions électriques, et l'on montre pourquoi les corps mouillés, les bulles, etc., se réunissent sur l'eau, sans l'intervention d'attractions électriques.* Nous allons en traduire les passages principaux.

" Afin de rendre raison à Gilbert, et ne point paraître rejeter gratuitement son opinion, je réponds à son premier argument (les corps mouillés s'attirent) par une instance : Si les bâtonnets flottants se portent l'un vers l'autre parce qu'ils sont mouillés et parce que les corps mouillés s'attirent mutuellement, pourquoi l'un d'eux, retiré tout entier de l'eau, tout humide et tout trempé, cesse-t-il d'attirer l'autre? Si mouillé qu'il soit, si près qu'on l'approche, si légèrement qu'on le suspende, il ne provoque plus aucun mouvement. Si son humidité est le principe de sa puissance attractive, le voici humide; et cependant il est sans action. Il faut donc chercher ailleurs la cause de ces mouvements... Comme point de départ de l'exposé de la vraie cause de l'approche mutuelle des bâtonnets et de l'explication d'autres phénomènes semblables, qui peuvent paraître mesquins et de peu d'importance, mais exigent une attention plus difficile peut-être que bien des subtilités de la métaphysique, je suppose que la surface limite d'une eau tranquille et livrée à elle-même est une portion de sphère dont le centre coïncide avec le centre

de la terre. Cette proposition, presque évidente par elle-même et supposée implicitement dans la définition de la sphéricité de la terre, est d'ailleurs démontrée par Archimède quand il parle des corps portés sur l'eau. Puisque cette situation, cette figure est naturelle à l'eau, qu'elle se la donne elle-même par sa propre gravité *(quam figuram acquirit ipsa sibi aqua per suam gravitatem)*,... il s'ensuit que si sa surface limite n'a pas cette forme, cette figure sphérique, celle qu'elle a lui est violemment imposée, et l'eau doit se refuser à la subir autant qu'elle peut, c'est-à-dire de toute son énergie naturelle et de toute la force de son poids. Il n'est nullement nécessaire de douer l'eau d'autres propriétés que celle de sa propre gravité pour expliquer pourquoi, quand une proéminence quelconque se forme, au milieu de sa surface par exemple, proéminence qui détruit sa figure sphérique concentrique à la terre, l'eau tend à la faire disparaître autant que possible. Or quand on place sur l'eau un corps solide qui n'est pas absolument lourd *(quod non sit gravissimum)*, soit un des bâtonnets de tantôt, il arrive que l'eau fuit, comme si elle lui était contraire, la surface de ce corps, soit à cause de sa sécheresse, soit à cause de son état graisseux *(vel propter aliquam unctuositatem illius corporis)* qui l'empêche d'y adhérer ; il arrive, dis-je, que l'eau évite, autant qu'elle peut, de s'attacher à ce corps, et tandis que celui-ci tend à s'enfoncer sous son propre poids, on voit se creuser à la surface de l'eau, et tout autour du corps, une sorte de fossé, comme chacun peut le constater de ses propres yeux *(et ideo fit circa corpus in extrema superficie aquae, dum illud sua gravitate descendere tentat, veluti quaedam fossa, ut sensu ipso judice cognoscere quisque potest)* (1).

„ Dès lors, la surface sphérique de l'eau est modifiée. Mais la répugnance qui retient l'eau et l'empêche de s'unir au corps qu'on y plonge, l'emportant sur le poids de la faible quantité de liquide qui devrait affluer pour combler ce petit fossé, prédomine, et la forme violentée de la surface limite se maintient. De même, lorsque l'eau a mouillé le bâtonnet et qu'on en saisit à la main l'une des extrémités pour le tirer tant soit peu du liquide,

(1) La restriction *quod non sit gravissimum* nous semble exclure les corps plus denses que l'eau, et nous ne croyons pas qu'on puisse comprendre, dans cette description de Cabeus, l'expérience des aiguilles flottantes ; mais il la décrit très clairement dans un autre endroit de son livre (L. III, c. XXXIV, p. 276), en recommandant de se servir *d'eau très propre et récemment puisée.* — J. C. Poggendorff, dans son *Histoire de la Physique*, attribue cette expérience à Robert Norman que Gilbert cite plusieurs fois dans son traité ; nous l'avons cherchée en vain dans le *De Magnete.*

une sorte de paresse naturelle à l'eau et qui l'empêche de se détacher sans effort d'un corps auquel elle a une fois adhéré, jointe à la difficulté qu'éprouvent ses particules à se séparer et à se disjoindre pour ainsi dire, fait que, en soulevant le bâtonnet, on soulève une petite quantité d'eau, et que la surface liquide se tuméfie légèrement tout autour du bâtonnet. Un bourrelet semblable se formerait autour de l'extrémité d'un second bâtonnet maintenu verticalement dans l'eau par un artifice quelconque et de manière à faire émerger un de ses bouts... Si de ces deux bourrelets il s'en formait un seul, de même hauteur, la quantité d'eau violentée serait moindre *(si igitur ex illis duabus extuberationibus fieret unica extuberatio aequalis altitudinis, minor quantitas aquae sic esset in statu violento)*. Il s'ensuit qu'à l'approche des deux bâtonnets, et au moment où les bourrelets qui les entourent commencent à se compénétrer par leurs bases et à se fondre en un seul, immédiatement la quantité d'eau violentée en excès coule et retombe, tandis que les deux bourrelets se façonnent en un seul; et ce sont ces particules d'eau libérées et obéissant maintenant à leur tendance naturelle à parfaire la forme sphérique de la surface générale qui, en entraînant après elles les particules voisines, achèvent de réunir les deux protubérances en une seule. Voilà la vraie cause de l'attraction apparente des corps flottants...

„ Arrivons maintenant aux bulles qui se forment sur l'eau : ce spectacle ne manque pas de charme, et il mérite d'être étudié ; mais pour bien le comprendre, il faut apprendre d'abord ce que sont ces bulles, et comment elles se forment. Ces bulles ne sont pas autre chose qu'une certaine quantité d'air revêtu pour ainsi dire d'un vêtement liquide *(non sunt igitur istae bullae, nisi portio quaedam aeris quasi circumvestiti aqua)*. Lorsqu'une grosse goutte tombe sur la surface de l'eau et s'y étale largement, elle intercepte de l'air qu'elle emprisonne entre elle et l'eau sous-jacente. Cet air ainsi déprimé n'accepte pas de bonne grâce cette situation de prisonnier entre deux eaux : il se soulève. Mais l'eau qui le recouvre étant douée de viscosité et de cohésion, ce qui la rend jusqu'à un certain point ductile, s'amincit et se gonfle en forme de membrane extrêmement ténue qui revêt l'air emprisonné, et donne ainsi naissance à la bulle. La mousse n'est pas autre chose qu'un amas confus d'un grand nombre de ces bulles *(Verum quia aqua, quae aerem tegebat, lentorem habet, et cohaerentiam partium, qua fit quodammodo ductilis, ideo attenuata, et quasi in subtilissimum velum efformata*

assurgit, et vestit inclusum aerem, et sic fit bulla. Spuma autem nihil aliud est quam multitudo bullarum simul congestarum) (1).

„ On voit par là pourquoi certains liquides et certaines eaux donnent plus de mousse que d'autres. Chaque fois, en effet, que le liquide est plus visqueux, plus cohérent, et formé d'une substance plus pure, en sorte qu'il puisse s'amincir pour revêtir l'air sans que la membrane formée soit facilement déchirée *(ne ita facile velum frangatur),* la mousse est plus élevée. C'est ainsi que l'eau de savon, formée par la dissolution d'une matière grasse dans l'eau forte *(per aquam fortem attenuata),* donne naissance à tant de mousse, si on l'agite convenablement : ce mélange est, en effet, visqueux et cohésif (2).

„ De là encore ce fait d'expérience. Pressez une écorce d'orange sur la mousse du vin : immédiatement la mousse s'évanouit. C'est que l'action corrosive du liquide, ou plutôt de l'acide exprimé, a vicié cette qualité cohésive qui permettait aux bulles de se maintenir, et nullement, comme on pourrait le croire à première vue, parce que le simple choc du liquide exprimé a brisé leurs membranes. Soufflez, en effet, de tous vos poumons sur la mousse, vous ne l'abattrez pas, tandis qu'elle tombe d'elle-même au contact de ce liquide corrosif (3).

(1) On remarquera les mots *aqua quae aerem tegebat ;* c'est de la surface de l'eau qu'il parle; et dans son idée, qu'il achèvera de préciser plus loin, les liquides sont doués d'une viscosité, d'une ductilité superficielle propres. Quelques années plus tard Descartes, dans *Les Météores* (Leyde 1638), énoncera la même opinion : " La superficie de l'eau est beaucoup plus malaisée à diviser que n'est le dedans, ainsi qu'on voit par expérience en ce que tous les corps assez petits, quoique de matière fort pesante, comme sont de petites aiguilles d'acier, peuvent flotter et être au-dessus, lorsqu'elle n'est point encore divisée, au lieu que lorsqu'elle l'est, ils descendent jusqu'au fond sans s'arrêter. „

(2) Il eût été si à propos de parler ici des *bulles de savon,* que le silence de Cabeus permet de supposer qu'il a ignoré l'art de les gonfler, par insufflation, à l'extrémité d'un tube. Il est certain que Boyle, en 1663, Hooke et Newton, en 1672, possédaient cet art ; et ils ont su le faire servir à de très belles recherches d'optique. Ce sont, à notre connaissance, les premiers auteurs qui parlent *de bulles de savon complètes.* Cependant on lit dans les *Petites chroniques de la science* de M. Henry Berthoud (année 1866, p. 265) : " Le musée du Louvre possède un vase étrusque de la plus haute antiquité, provenant de la collection Campana, et sur les flancs duquel se trouvent représentés des enfants qui soufflent dans des chalumeaux et qui s'amusent à faire des bulles de savon. „ (Voir J. Plateau, *Statistique expérimentale et théorique des liquides,* tome II, pp. 120 et suiv.)

(3) Cette expérience intéressante, faite évidemment à table, entre la poire et le fromage, fait certainement honneur à Cabeus, et nous le montre très attentif à observer et à interroger la nature : qualité rare encore à son époque.

„ Pour observer ces bulles, il faut faire intervenir soit l'agitation du liquide, qui y mêle et y emprisonne de l'air, soit l'ébullition qui, par la vertu du feu, atténue le liquide au fond du vase et en fait pour ainsi dire de l'air. Cet air en montant soulève la dernière couche superficielle de l'eau qui ne se laisse pas déchirer, et la mousse se forme comme se forment les pustules en soulevant l'épiderme *(qui ascendens tollit supremam superficiem aquae quae non patitur se divelli; sicut pustulae cuticulam attollunt, et sic generatur spuma* (1). Revenons maintenant à notre sujet. L'eau qui forme ces enveloppes et ces vêtements de l'air, considérée au point de vue de la gravité, n'est pas dans son état naturel : elle tend à retomber et à rentrer dans l'ensemble, pour former une masse totale, terminée par une surface sphérique ; et c'est ce qui arriverait si l'air emprisonné, la viscosité et la cohésion du liquide n'y mettaient obstacle. Dès lors, chaque fois qu'une action extérieure, ou le mouvement même de l'eau, amène deux de ces bulles dans un voisinage immédiat, en sorte qu'elles se touchent et que les mamelons qu'elles forment semblent s'élever en partant d'une partie commune, immédiatement et en un instant on les voit n'en former qu'une. Remarquez que cette attraction apparente ne se produit qu'au moment où les bulles sont assez voisines pour se compénétrer en quelque sorte par leurs parties basses ; à ce moment, si la paresse excessive du liquide n'y met obstacle, les particules d'eau qui commencent à se trouver en excès dans les enveloppes, grâce au contact de celles-ci et au mélange de l'air qu'elles renferment, commencent à couler pour reprendre leur situation naturelle, entraînant après elles les particules voisines et provoquant ainsi le rapide conflit que l'on observe.

„ Sachez, en effet, que dès que les bulles commencent à se compénétrer pour ne plus en former qu'une seule plus grosse, il faut moins d'eau pour revêtir leur air commun renfermé dans une seule bulle, qu'il n'en faut quand cet air est séparé dans deux bulles distinctes, comme on pourrait aisément le démontrer si cela ne résultait immédiatement du traité des figures isopérimétriques *(Dum enim in unam majorem bullam ambae illae coalescere incipiunt, minores partes aquae requiruntur ad*

(1) Encore une fois, il s'agit bien ici de propriétés spéciales à la surface libre du liquide ; sa comparaison à la membrane mince, transparente et élastique qui recouvre toute la surface de la peau ne peut laisser aucun doute à cet égard, et traduit la pensée de l'auteur sous une forme originale que l'on pourrait encore, avec un correctif, employer aujourd'hui.

circumvestiendas illas bullas, si in unam majorem coalescant, quam si maneant duae minores, ut facile posset demonstrari, nisi fere constaret ad sensum ex tractatu de figuris isoperimetris) (1).

„ Donc, ces deux bulles s'enchevêtrent, non par le fait d'une attraction électrique réciproque, mais par la tendance propre à l'eau de couler et de réaliser, autant qu'elle peut, la configuration qui lui est naturelle... „

Cabeus étend ensuite ces considérations au mouvement des bulles vers les parois du vase; mais nous ne le suivrons pas jusqu'au bout, pour ne pas allonger cet article outre mesure.

Certes, il y a, dans ce que nous avons cité, bien des conceptions fausses, bien des vues incomplètes; mais on y trouve les premiers germes d'idées justes et fécondes, en pleine floraison aujourd'hui que le terrain où Cabeus les avait semées a été complètement débarrassé des broussailles qui l'encombraient.

Arrivons maintenant au passage relatif à la gravité.

Nous avons vu que Cabeus clôt son examen de l'opinion de Gilbert sur la cause des attractions des corps mouillés, par cette conclusion : ces mouvements n'ont rien à voir avec les actions électriques, ils n'ont même rien de commun avec un genre d'attraction quelconque : ils dépendent uniquement de la cohésion des liquides. Cette assertion amène une restriction que l'auteur énonce immédiatement : “ à moins, dit-il, que l'on n'imagine que le poids des corps provient de l'attraction qu'ils subissent de la part de la terre. S'il en était ainsi, les attractions diminuant quand les distances augmentent, un même corps devrait être plus lourd près du sol, moins lourd à une certaine hauteur ; plus lourd dans la vallée, par exemple, et moins lourd au sommet de la montagne; et l'on expliquerait par là l'accélération du mouvement des corps tombant en chute libre. Mais cette hypothèse me paraît fausse; car on peut se convaincre par l'expérience suivante que le poids d'un corps ne varie pas avec son altitude.

„ Prenez une verge métallique, faite d'acier subtil et tellement disposée qu'elle se courbe quand on attache un poids à son extrémité, et revienne à sa situation naturelle dès qu'on la décharge. En procédant ainsi et en mesurant exactement l'in-

(1) Cette anticipation est remarquable et achève très heureusement la description des propriétés spéciales des surfaces et des membranes liquides; c'est un premier pas vers la tension superficielle, entrevue dans sa conséquence la plus importante: si boiteux et si mal assuré qu'il soit, il mérite d'être remarqué.

flexion de la verge sous l'action d'un même poids, au pied et au sommet d'une montagne, vous constaterez qu'elle reste constante (1). Je signale volontiers ce procédé et je désire qu'il ne passe pas inaperçu; car, je l'avoue, j'ai longtemps cherché une expérience permettant de décider si la gravité varie avec l'altitude; la difficulté contre laquelle je me heurtais en cherchant à utiliser pour cela la balance ordinaire est évidente : les poids de comparaison devaient subir les mêmes variations que le poids du corps soumis à l'expérience.

„ Cependant un ami m'a suggéré un autre moyen que je tiens à signaler. Placez dans l'un des plateaux d'une balance très sensible une barre ou une masse de fer, et dans l'autre une longue verge exactement de même poids quand elle est placée horizontalement sur le plateau. Relevez-la maintenant, placez-la verticalement, et recommencez la pesée : cette nouvelle position, où certaines parties de la verge se trouvent plus éloignées de la terre, devrait entraîner une diminution de poids relativement à la position horizontale. Toutefois la différence serait certainement minime et beaucoup moins sensible que celle que l'on pourrait faire naître dans le premier procédé. Mais la gravité ne varie pas avec l'altitude,... et la cause de l'accélération du mouvement des corps en chute libre est toute différente. Ce n'est pas ici le lieu de le démontrer „ (2).

L'ami de Cabeus était certes un homme ingénieux. Étudions de plus près, en la modifiant un peu, l'expérience qu'il propose. Imaginons que nous disposions d'une balance très sensible, munie, à chaque extrémité de son fléau, de deux plateaux superposés, distants verticalement de h mètres; et remplaçons la longue verge par un corps pesant de forme quelconque. Les poids P_1 et P_2 de ce corps, placé successivement dans le plateau

(1) C'est la première idée du dynamomètre à ressort, et l'indication d'une des expériences les plus intéressantes auxquelles il est *théoriquement* applicable. Si Cabeus avait admis la rotation de la terre et connu la variation de la pesanteur avec la latitude, il aurait pu mettre ses contemporains en garde contre un moyen frauduleux de s'enrichir que fournit l'emploi du dynamomètre dans les relations commerciales. Graduez votre dynamomètre à Paris, par exemple; transportez-le au Pérou pour y peser l'or que vous achèterez, et venez revendre cet or à Paris, au dynamomètre. Il est aisé de calculer le bénéfice illicite qui en résultera.

(2) Il est regrettable que Cabeus ait renoncé à cette digression. Au moment où il écrivait, Galilée avait effectué déjà ses recherches sur la chute des corps (année 1602); mais il ne les publia que plus tard, en 1638, dans son *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze attenenti alla meccanica*... Leyde, 1638.

inférieur et dans le plateau supérieur, d'un même côté de la balance, c'est-à-dire à des distances r et $r + h$ du centre de la terre, sont liés par la formule $P_2 = P_1 r^2 : (r+h)^2$. Le rayon moyen de la terre valant 6 366 189^m, et h étant une longueur de quelques mètres, les puissances supérieures de $h : r$ sont négligeables, et la formule se réduit à $P_2 = P_1 (1 - \frac{2h}{r})$. Pour $h = 5^m$, la variation de poids, calculée pour une masse de 1^{kg}, serait 1^{mgr}, 57. Dans ces circonstances, il n'est peut-être pas téméraire de tenter une vérification expérimentale de la formule.

C'est ce qui a été fait, en 1878, par M. Ph. von Jolly, à l'Institut de physique de Munich, et c'est ce qui donne au passage de Cabeus que nous venons de citer un certain intérêt d'actualité (1). Seulement, en pratique, le problème se heurte à une foule de difficultés que ne soupçonnait pas l'ami du savant jésuite. Les masses soumises à l'expérience ne peuvent subir aucune altération; les conditions dans lesquelles se trouve le laboratoire où l'on travaille doivent être telles qu'elles permettent l'application de la loi *théorique* de la gravitation; enfin il faut disputer aux influences perturbatrices des températures ambiantes et des pressions atmosphériques aux niveaux des deux plateaux, les données de l'équation dont le dénouement doit être la différence minime que nous indiquions tantôt. La situation du laboratoire où M. von Jolly a exécuté ses expériences, dans une région basse de la ville et au milieu de constructions massives, en a probablement entravé le succès. Malgré toute l'habileté qu'il a déployée et toutes les précautions dont il s'est entouré, il n'a abouti qu'à un résultat médiocre : la perte de poids subie par une masse de laiton nickelé de 1^{kg}, lorsqu'elle s'élève de 5^m,29, a été trouvée égale, en moyenne, à 1^{mgr}, 5099; et la différence entre le nombre théorique et le nombre observé s'est élevée à 0^{mgr}, 152. Peut-être quelqu'un de nos lecteurs reprendra-t-il un jour cette vérification, en opérant dans une tour élevée et isolée, loin de toute influence perturbatrice; nous lui souhaitons d'arriver à un accord plus parfait entre la théorie et l'expérience; qu'il se souvienne ce jour-là de Cabeus et de son ami.

J. Thirion, S. J.

(1) Voir Annalen der Physik, t. V, 1878, p. 112 : Ph. von Jolly, *Die Anwendung der Waage auf Probleme der Gravitation* (L'Emploi de la balance dans le problème de la gravitation).

LES NIDS COMPOSÉS

ET

LES COLONIES MIXTES DES FOURMIS (1)

Ce livre n'est plus une nouveauté bibliographique. Néanmoins nous croyons utile d'en parler ici assez au long, soit à cause de l'importance du sujet et du mérite du travail, soit parce qu'appartenant à une littérature étrangère, il peut échapper à la connaissance d'un plus grand nombre de lecteurs.

Importante, l'étude des *nids composés* et des *colonies mixtes* des fourmis? Est-ce bien le mot qu'il fallait employer? Nous ne voyons pas qu'il soit trop expressif. Il est hors de doute que si les espèces inférieures se recommandent de préférence quand on étudie l'activité vitale dans ses manifestations les plus générales et les plus simples, c'est dans les phénomènes psychiques, tels qu'on peut les observer chez les espèces élevées, qu'il en faut chercher la plus haute expression. Or les Hyménoptères, et les fourmis particulièrement, chez lesquelles le travail physiologique est réparti sur une variété d'outils et de travailleurs tout exceptionnelle, possèdent, de ce chef, une supériorité incontestée. Aussi leurs mœurs sont-elles, de la part des tenants de l'intelligence animale, le thème d'argumentation favori; et comme si c'était encore trop peu, on a pu entendre sir John Lubbock, dans une lecture à *Royal Institution,* revendiquer pour ces insectes la première place après l'homme. C'est là sans doute une opinion étrange. Quelque mer-

(1) Die zusammengesetzten Nester und gemischten Kolonien der Ameisen von E. Wasmann, S. J. Münster i. W. 1891. In-8°, viii-264 pp., avec deux planches et plusieurs figures dans le texte.

veilleux que puisse être le savoir-faire de ces petits animaux, il ne peut être question, à notre sens, de les placer même à côté des vertébrés supérieurs, aussi longtemps qu'on n'aura pas démontré qu'ils possèdent un axe cérébro-spinal au lieu d'une chaîne nerveuse, un encéphale compliqué et des hémisphères à circonvolutions, au lieu d'un ganglion sus-œsophagien. La thèse de l'intelligence animale n'a jamais écarté cette réflexion préliminaire, qui s'impose pourtant dès l'abord. Toutefois, de pareilles exagérations prouvent, nous le voulons bien, que les mœurs des Formicides sont de nature à donner de l'instinct une idée plus particulièrement compréhensive et vraie et que, par suite, la philosophie doit compter avec ces menus êtres.

Sur l'œuvre même du R. P. Wasmann, nous tenons à dire tout de suite qu'elle constitue une étude sérieuse, dans laquelle les deux points de vue biologique et philosophique sont développés parallèlement, avec une égale compétence.

Ceux de nos lecteurs qui ont feuilleté les périodiques allemands, bulletins de sociétés savantes, d'un caractère purement descriptif (1), ou revues plus générales, ouvrant leurs colonnes aux exposés doctrinaux (2), se rendront aisément compte que des travaux nombreux et variés avaient préparé l'auteur à une étude ainsi comprise.

Une autre circonstance doit être rappelée, parce qu'elle influe sur le degré de confiance que méritent les conclusions du livre : le R. P. Wasmann est avant tout un observateur et un expérimentateur, fidèle d'un bout à l'autre à la méthode pratique et se faisant une loi de ne rien avancer qu'il n'ait contrôlé. Un grand nombre d'observations inédites assurent à son ouvrage un caractère personnel qui en rehausse la valeur.

Une analyse, que nous nous efforcerons de condenser, permettra au lecteur de se renseigner plus complètement.

I

La première partie du livre est consacrée aux *Nids composés*. L'auteur désigne par là le système complexe formé de deux nids construits l'un dans l'autre ou l'un immédiatement à la suite de l'autre et habités simultanément par des espèces différentes (3).

(1) *Deutsche Entomol. Zeitsch.; Wiener Ent. Zeitung*, etc.

(2) *Natur und Offenbarung; Stimmen aus Maria-Laach.*

(3) C'est, avec un sens plus précis et plus étendu, ce que les entomologistes qui ont écrit en français ont appelé les *Nids doubles* (Forel) ou les *Fourmilières doubles* (Ern. André).

A ne rappeler ici que les formes normales, un nid composé héberge toujours une espèce de forte taille, fondatrice de l'établissement principal, et une petite espèce qui est venue s'imposer à titre de maraudeur malfaisant ou simplement à titre d'hôte.

Maraudeur, le *Solenopsis fugax* Latr. (1), une des espèces les plus petites de la faune d'Europe, qui s'établit chez un assez grand nombre de *Formica,* toujours de forte taille par rapport à lui. Son nid consiste en un lacis de canaux irréguliers creusés profondément sous les galeries de la grosse espèce ou même dans l'épaisseur des cloisons qui séparent les cases de celle-ci; circonstance piquante qui a fait dire au Dr Forel que le *Solenopsis* se comporte, par rapport aux grosses fourmis, comme, par rapport à l'espèce humaine, les souris qui s'établissent dans les murs de nos habitations, ou entre les poutres de nos planchers. Toutefois, le portrait moral qui ressort de ce rapprochement est encore flatté : ce ne sont point les greniers et les magasins de vivres que convoite la petite fourmi : elle est avant tout une ravisseuse d'enfants au maillot, ou pour parler sans métaphore, une voleuse de pupes.

Le *Formicoxenus nitidulus* Nyl. (2) est au contraire un simple commensal des *Formica rufa* et *pratensis.* Ses constructions ne sont point isolées de celles de la grosse espèce par des murs mitoyens; plusieurs couloirs sont communs aux deux colonies et leurs membres s'y coudoient journellement. Que vient-il chercher près des grosses fourmis, ce *Formicoxenus ?* Peut-être une température plus à souhait pour son couvain; peut-être la protection contre ses ennemis, qui n'oseront venir l'attaquer si près de sa redoutable voisine. D'ailleurs il vit à ses frais. Ses ouvrières sont laborieuses, élèvent leurs jeunes et exécutent régulièrement les autres travaux d'une fourmilière.

II

Une seconde partie, plus étendue que la précédente, étudie les *colonies mixtes* (3), c'est-à-dire les établissements hétérogènes formés par les fourmis esclavagistes et les auxiliaires qu'elles s'adjoignent. Dans cette nouvelle sorte d'association, on a affaire non à la simple juxtaposition, mais à la fusion sociale de deux espèces, l'une d'elles, l'espèce auxiliaire, n'étant représentée que par des ouvrières.

(1) Σωλήν-ὄψις, allusion à un profond et large sillon du front.

(2) *Formica*-ξένος, fourmi-hôte.

(3) Fourmilières mixtes des auteurs français.

On peut distinguer, parmi les seules formes normales, trois classes de colonies mixtes.

Ce sont d'abord les colonies dans lesquelles l'espèce principale est organiquement indépendante de l'espèce auxiliaire. La célèbre *Formica sanguinea* Latr. est dans ce cas. Bien que pouvant se suffire à elle-même, puisqu'on en trouve quelques colonies sans esclaves, cette fourmi s'adjoint pour auxiliaires, en Europe et en Asie, deux espèces voisines, à peu près de même taille, les *Formica fusca* L. *et rufibarbis* Fabr.

Le trait le plus saillant de l'histoire de la fourmi sanguine, le seul que nous puissions rappeler ici, c'est la chasse aux esclaves. Huber a raconté comment un corps expéditionnaire, formé d'une partie des ouvrières de la colonie, envahit un nid de *fusca* ou de *rufibarbis,* s'empare des cocons qui contiennent une nymphe d'ouvrière et les emporte à son propre nid. La tactique, suivant le R. P. Wasmann, consiste à attaquer subitement et à courir sus au couvain. C'est seulement en cas de résistance, lorsque les assaillies s'accrochent aux pattes ou aux antennes des ravisseuses, qu'il y a lutte sanglante.

Définitivement en possession de leur butin, les ravisseuses en prélèvent une part pour un sanglant festin, et élèvent le reste avec le même soin que leurs propres larves. Après l'éclosion, les ouvrières volées ne paraissent point se douter qu'elles se trouvent dans un nid étranger ; elles exercent, conformément à leur instinct, les fonctions qu'elles auraient eues dans leur propre nid, prenant à leur charge les travaux de construction, le soin des jeunes et des pucerons, en un mot l'ensemble des travaux de ménage d'une fourmilière.

Remarque assez importante pour l'interprétation de l'esclavage chez les fourmis : ce sont les colonies les moins populeuses qui ont le plus d'esclaves et qui, sur les nymphes volées, en sacrifient un plus petit nombre à la gloutonnerie. Le fait tend à prouver que même chez les espèces qui peuvent organiquement se suffire, l'esclavage est affaire de nécessité plutôt que de luxe. Les auxiliaires auxquelles s'adresse la fourmi sanguine sont plus laborieuses et plus entendues aux travaux de ménage que ses propres ouvrières ; elles sont aussi plus appliquées à l'élève des pucerons et font bénéficier tous les habitants du nid de la provision de liqueur sucrée qu'elles leur soutirent.

Cette nécessité des auxiliaires s'accentue davantage dans la deuxième classe de colonies mixtes, les ouvrières de l'espèce principale y étant incapables d'effectuer les travaux domes-

tiques. La mandibule, dans ces ouvrières, est une arme acérée pour les combats, mais point du tout une pioche pour les fouilles souterraines ni une truelle pour les constructions.

Nous rencontrons en première ligne, dans ce groupe, le *Polyergus rufescens* Latr., plus connu dans notre langue sous le nom de fourmi rousse ou d'Amazone. Cette célèbre espèce s'adjoint les mêmes auxiliaires que la fourmi sanguine, mais en bien plus grand nombre, et quelquefois en nombre supérieur à celui de ses propres ouvrières : l'auteur a compté, dans un de ses nids d'observation, 10 000 à 12 000 esclaves pour 900 à 1000 maîtres.

L'Amazone dépense à la chasse aux esclaves une étonnante activité. Le Dr Forel a compté, pour une même colonie, 44 expéditions en 33 jours et estimé à 29 300 le nombre des larves ou nymphes enlevées de vive force.

Le savoir-faire et la hardiesse qu'elle déploie dans ces razzias est d'ailleurs le seul point brillant de son histoire psychique. En dehors de là, absence complète d'initiative et de discernement. Son goût pour les combats dégénère dans la vie privée en une stupide manie de mordre tout ce qui se trouve à sa portée, objet animé ou inanimé, et jusqu'à ses propres compagnes qu'elle étreint entre ses mandibules durant des heures entières.

L'Amazone sait-elle du moins chercher et prendre sa nourriture? On la voit, lorsqu'elle est pressée par la faim, passer, sans les remarquer, à côté du miel ou de l'eau sucrée que l'on a mis à sa portée, s'approcher d'une esclave et la solliciter de ses antennes. Celle-ci lui dégorge, si le moment a été bien choisi, une gouttelette sucrée qu'elle tenait en réserve dans son jabot et dont l'affamée s'empare en lappant. L'Amazone, donc, se fait nourrir, comme si elle était incapable de manger seule. L'auteur montre cependant, par une étude circonstanciée, que ses appendices buccaux ne sont pas radicalement impropres à leurs fonctions. D'intéressantes observations, nouvelles pour la science, mettent le fait hors de doute : lorsque la fourmi, cédant à sa manie de mordre, vient à plonger ses mandibules dans quelque proie succulente, l'acte machinal dégénère bientôt en une succion régulière, très analogue du reste à celle qui constitue le mode normal de préhension des aliments chez un grand nombre d'insectes.

Un des points les plus obscurs de l'histoire des colonies mixtes, c'est leur fondation. Le P. Wasmann, après avoir rappelé et discuté les hypothèses proposées, donne ses préférences

à celle-ci, qu'un certain nombre d'observations nouvelles paraissent appuyer : une femelle de *Polyergus* fécondée hors du nid n'y revient pas, mais *fait alliance* quelque part avec un groupe d'ouvrières de *fusca* ou de *rufibarbis*.

Les *Strongylognathus*, qui ont pour auxiliaires le *Tetramorium cespitum* L., sont généralement rangés dans le groupe des esclavagistes, à côté des *Polyergus*. Les observations de l'auteur le conduisent à une manière de voir assez différente : la vie en commun serait ici le résultat d'une alliance entre adultes, non la conséquence du vol des nymphes.

Voici enfin une troisième classe de colonies mixtes, caractérisée par une dépendance absolue de l'espèce principale vis-à-vis de l'espèce auxiliaire. Elle n'est représentée dans notre faune que par le singulier *Anergates atratulus* Sch. (1), toujours associé au *Tetramorium caespitum* L.

Singulière fourmi, en effet, cet *Anergates*, qui par une exception tout à fait remarquable ne possède que des représentants sexués, incapables de travailler et de se nourrir. Dans les nids où on le rencontre, il est toujours représenté par des femelles, des mâles et des larves, le tout aux soins du *Tetramorium*, représenté, lui, uniquement par des neutres. Comment faut-il entendre les rapports qui s'établissent entre les deux espèces? L'*Anergates* n'est pas une fourmi esclavagiste à la manière de l'Amazone, puisqu'il est incapable d'aller à la chasse. Est-il un commensal, au même titre que tant d'autres espèces, les *Claviger*, par exemple, élevées par les fourmis en vue du profit qu'elles en retirent? Il est vrai qu'il est soigné et léché comme les hôtes utiles; à voir la manœuvre, on croirait volontiers que quelque sécrétion, du goût des *Tetramorium*, en est la récompense : mais comprendrait-on un hôte qui absorberait tous les soins pour sa propre espèce, à l'exclusion des propagateurs de l'espèce principale et de leur progéniture? Tout compte fait, aucun mot à notre usage et se rapportant à nos mœurs humaines ne s'applique à ce cas de mœurs myrmécologiques.

Nous ne pouvons suivre l'auteur dans le détail de ces intéressantes études. Les quelques points que nous avons rappelés sont d'ailleurs suffisants, nous semble-t-il, pour mettre le lecteur en présence des principales catégories de faits qui servent de base aux considérations développées dans la troisième partie.

(1) ἀ priv., ἐργάτης, ouvrier.

III

D'un caractère strictement philosophique, celle-ci comprend deux chapitres substantiels, consacrés respectivement à la psychologie des sociétés des fourmis et à leur évolution.

Quelle est avant tout la nature des facultés qui se révèlent dans les rapports sociaux entre fourmis? Est-ce de l'intelligence, est-ce de l'instinct?

Ce qui caractérise l'instinct, c'est, essentiellement, une perception et une appétition consécutive, objectivement proportionnées à un but, mais dont la finalité échappe à la conscience du sujet.

L'instinct n'est donc pas une faculté aveugle, puisqu'il suppose des perceptions qui le dirigent. Il n'est pas davantage une faculté absolument déterminée et sans flexibilité : il se règle sur les objets, soit d'après l'impression qu'ils font actuellement sur les sens, soit d'après les images qu'ils ont laissées dans la mémoire sensitive. Il peut, par suite, être perfectionné par l'expérience individuelle et, comme les autres caractères des propagateurs, être transmis aux descendants, une fois modifié, sous la forme d'une aptitude, d'une tendance habituelle qui recevra sa détermination des objets extérieurs.

Ainsi entendu, l'instinct paraît suffisant pour rendre compte des relations sociales entre fourmis. On n'a pas montré chez les vertébrés supérieurs, on ne montre pas davantage ici un seul fait qui n'ait son explication dans une sensation agréable ou désagréable, conservée dans la mémoire et associée à la représentation actuelle d'un objet ou d'un lieu, ou bien dans des tendances héritées, qui supposent chez les ancêtres de telles associations. Accorder davantage aux animaux serait une libéralité gratuite et par conséquent anti-scientifique.

La sociabilité suppose, il est vrai, des relations mutuelles, un échange d'impressions que l'on appelle " le langage des fourmis „ : on sait que les membres d'une même colonie échangent, quand ils se rencontrent, des salutations amicales; qu'une exploratrice sait donner avis d'une importante découverte faite par elle et déterminer, si c'est nécessaire, une action en commun.... Tout cela, assurément, fait songer à de l'intelligence, quand nous employons, pour le dépeindre, les expressions empruntées à nos relations d'homme à homme. Il en est autrement quand on considère les choses. C'est par des coups d'antenne donnés et reçus que se fait la reconnaissance sur les chemins; ce qui veut dire

qu'une fourmi reconnaît par l'application du sens antennal — que l'antenne soit sensible aux particules odorantes ou à un autre excitant dont nous ne saurions avoir l'idée (1) — l'impression faite par les compagnes de son nid; et que cette impression ne s'associant dans sa mémoire qu'à des souvenirs agréables et pacifiques ne peut déterminer aucun acte d'hostilité. La communication d'une nouvelle suppose simplement, chez la narratrice, des coups d'antenne qui excitent l'attention, sans fournir aucun renseignement déterminé, et, chez les auditrices, un penchant inné à l'imitation, grâce auquel elles suivent leur compagne jusqu'à la rencontre de l'objet qui l'a impressionnée.

Nous ne pouvons guère que résumer la doctrine; on trouvera çà et là dans le livre des faits pleins d'intérêt où se montrent avec évidence les traits caractéristiques de l'instinct. C'est partout l'innéité : la fourmi qui vient de se transformer, nous pourrions dire de naître, est aussi savante que ses plus vieilles sœurs; partout le déterminisme, et un contraste frappant entre l'habileté qui éclate aussi longtemps que les facultés se meuvent dans leur champ d'action, et la stupidité qui apparaît dès qu'une circonstance insolite les met en présence d'objets nouveaux. L'histoire de l'Amazone, fourmi *intelligente* entre toutes, est très instructive à cet égard. Citons, à titre d'exemples, quelques faits.

On voit assez souvent, lors des razzias dont il a été parlé, des fourmis de cette espèce emporter comme un butin précieux des cocons vides ou des cadavres de nymphes qui leur seront très inutiles; elles les emportent, parce qu'elles sont déterminées à emporter ce qu'il y a d'ordinaire sous ces apparences. Si l'expérimentateur, s'avisant de les favoriser dans leurs entreprises de rapine, transporte lui-même près de leur nid les cocons qu'elles vont chercher au prix de tant de fatigues, il est rare qu'elles s'en emparent : pour elles, cet objet est à peine reconnaissable en dehors des terriers où l'on a coutume de le rencontrer.

Nulle part un indice de vrai raisonnement. Très habile à associer en combinaisons complexes et merveilleuses les images des objets concrets, la fourmi est incapable d'une pareille association aussitôt qu'intervient une abstraction et par suite un raisonnement; incapable, par exemple, de transporter à deux pas un morceau de terre durcie qui lui servirait d'échelle pour

(1) On peut voir, en divers endroits des *Souvenirs entomologiques* de M. H. Fabre, les faits qui tendent à prouver chez les insectes l'existence d'un sens particulier.

atteindre l'objet de ses convoitises, bien que les perceptions du bloc de terre, de son transport, de son escalade... soient pour elle autant de choses familières (1).

Les considérations qui précèdent sont générales. Elles étaient nécessaires, bien que l'auteur ne se soit point proposé de donner la théorie complète de l'instinct, pour éclairer les questions particulières soulevées par les associations déjà décrites sous les noms de *Nids composés* et de *Colonies mixtes*.

La psychologie particulière des *Nids composés* se ramène à peu près à cette double question : Pourquoi la petite fourmi recherche-t-elle la grande, et pourquoi la grande tolère-t-elle la petite?

Du côté de la petite fourmi, rien ne prouve une recherche intentionnelle et du domaine de l'intelligence. S'agit-il d'un premier établissement? Il suffit d'admettre que les ancêtres s'étant bien trouvés du voisinage de la grosse espèce, ont transmis à leurs descendants, sous la forme d'une tendance vague de soi mais déterminable par l'objet approprié, un penchant à construire auprès de son nid (2). Si l'on supposait, au contraire, une fondation à entreprendre par une colonie qui aurait déjà fait partie d'un nid composé, la difficulté serait moindre encore : on aurait affaire à l'association du souvenir agréable qui est resté de l'expérience faite, avec la perception actuelle du nid.

La tolérance, de la part de la grosse fourmi, se rattache au caractère de la petite envahisseuse. Le *Solenopsis fugax*, espèce décidément nuisible, est supporté plutôt qu'accepté. Ses étroits couloirs, insuffisants pour livrer passage à la grosse fourmi, le protègent contre les poursuites et, en cas de rencontre à ciel ouvert, l'audace qu'inspire le sentiment du nombre, sa morsure envenimée, sa petitesse même qui reste bien au-dessous de la mesure sur laquelle a été faite la mâchoire de la grosse fourmi,

(1) La question serait sans doute bien simplifiée si tous les observateurs se bornaient à raconter des faits. Mais il n'y a que trop souvent, dans leurs narrations, une tendance à l'anthropomorphisme que l'on ne saurait approuver. Si un anatomiste se croirait coupable pour avoir altéré un contour ou changé, par un trait forcé, la signification d'un rapport, quels reproches adresser à un écrivain qui dénature, par sa manière de les présenter, les faits bien plus importants de l'ordre psychologique?

(2) Le lien entre le nid de la grosse espèce et le penchant hérité reste assez mystérieux, mais n'est pas chose nouvelle en psychologie comparée : il est simplement du même ordre que celui qui existe, pour un bon chien qui chasse pour la première fois, entre la piste du gibier et l'instinct qu'il a reçu de ses ancêtres.

tout cela constitue des chances de vie, malgré le mauvais vouloir de la puissante voisine. La protection du *Formicoxenus* est, peut-on dire, toute négative; elle consiste principalement en ce qu'il n'est pas remarqué. Le P. Wasmann suppose que son contact ne fait sur le sens antennal de son hôte qu'une impression indifférente. Du reste, le *Formicoxenus* n'est point provocateur et n'a jamais fait de mal; son image ne s'associe dans la mémoire à aucun souvenir irritant. Il est patient et souffre sans se révolter les petites injures inévitables dans ce contact journalier avec le colosse. Si la bousculade est trop forte, ou s'il est saisi accidentellement entre les mandibules, il fait le mort et on le relâche.

Les problèmes à résoudre à propos des *Colonies mixtes* sont d'un intérêt tout spécial.

Il faut avant tout rendre compte de la *chasse aux esclaves*, concrétée dans le vol des nymphes, quoique, à vrai dire, cette question ait reçu plus haut une réponse implicite. Assurément les mots feraient songer à de l'intelligence, mais c'est précisément l'intelligence qu'une réflexion préliminaire nous oblige à exclure. Il est prouvé qu'une femelle fécondée de *Formica sanguinea* peut fonder une colonie: que les ouvrières qui naissent d'elle sont voleuses de nymphes dès le commencement, sans avoir vu à l'œuvre leur mère qui, elle, n'est pas voleuse, sans avoir reçu ses instructions, le langage antennal consistant tout au plus dans une provocation à l'imitation. Un tel fait exclut irrévocablement l'intelligence.

Reste à analyser le processus suivant lequel s'enchaînent les actes divers qui ont pour terme l'éducation d'une esclave. Ce travail peut être laborieux et conduire à une théorie plus ou moins plausible, mais ce ne sera pas une raison pour revenir en arrière et appeler à son secours une intelligence animale. La théorie de l'auteur est celle-ci : la fourmi née esclavagiste a reçu de ses ancêtres un penchant au pillage des nids d'autrui, vague de soi et indéterminé; la rencontre d'un nid d'esclaves le détermine et provoque le vol des nymphes; les nymphes volées déterminent une autre tendance, également héritée, la tendance à l'élève du couvain;... tout cela, c'est bien l'instinct entendu comme l'habituelle faculté d'associer, d'une manière proportionnée à un but, sans avoir l'idée de cette relation, les représentations sensitives, ici les représentations des nymphes étrangères et du vol de ces nymphes.

Ainsi expliquée la conduite des ravisseuses, il faut aussi

rendre compte de celle des esclaves. Celles-ci font, des affaires du nid, leurs propres affaires, prodiguent leurs soins à leurs ravisseuses et à leur progéniture, prennent parti pour elles, le cas échéant, contre leurs propres sœurs, loin de se révolter et de chercher à recouvrer leur indépendance.

Il y a là un détournement de l'instinct en faveur du nid étranger et de tout ce qui s'y rattache, qui remonte á l'époque de leur transformation dernière. Au moment où l'insecte sort de la nymphose pour passer à une existence nouvelle et prendre possession d'organes encore vierges de toute impression, il est envahi par des émanations propres au nid et à ses habitants, qui désormais caractériseront pour lui la *patrie*. Une fourmi dont le contact fera sur ses antennes une impression semblable, sera pour lui une sœur, tandis qu'une véritable sœur deviendra une étrangère, si elle impressionne autrement le sens antennal. En un mot, la nationalité, chez les fourmis, est moins le fait de la naissance que celui du dernier développement individuel.

Inutile, d'ailleurs, d'insister pour montrer qu'en tout cela il n'y a pas place pour l'intelligence. Si les auxiliaires avaient conscience de leur état de sujétion et pouvaient concevoir le désir de s'y soustraire, rien ne leur serait plus facile que de se révolter, quand elles sont les plus nombreuses, ou d'éteindre la race de leurs tyrans en laissant mourir de faim leur progéniture.

Venons à la dernière question étudiée, l'évolution des sociétés de fourmis. Jusqu'à quel point la théorie de la descendance rend-elle compte de l'état actuel des fourmilières, et jusqu'à quel point s'impose-t-elle, ou, si l'on veut, jusqu'à quel point l'hypothèse est-elle suffisante et nécessaire?

Avant l'évolution particulière des nids composés et des colonies mixtes se présente à la base de toute société de fourmis le problème plus général de la différenciation des castes, ou de l'origine des neutres.

Les faits accidentels de parthénogénèse montrent que les mâles et les femelles supposent, chez les fourmis comme chez les abeilles, un œuf différent. La pénétration du spermatozoïde n'est pas indispensable pour le développement d'un mâle, elle l'est pour celui d'une femelle. Mais pourquoi d'un œuf fécondé sortira-t-il une reine, pourquoi une ouvrière?

On sait qu'une nourriture de choix peut, chez les abeilles, transformer en reine une larve d'ouvrière. Il n'en faudrait pas conclure que l'alimentation fonctionne autrement que comme condition, car si l'on comprend jusqu'à un certain point qu'un

régime plus avare ait pu déterminer l'atrophie des ovaires, on ne comprend pas du tout qu'il ait pu, corrélativement, amener le développement et le perfectionnement exceptionnels du cerveau qui caractérisent une ouvrière.

Où faut-il chercher la cause d'une telle modification, dans l'hypothèse où il y aurait eu évolution? Si nous avons bien saisi sa pensée, l'auteur élimine la cause mise en avant par le darwinisme, la sélection naturelle ne pouvant être qu'un facteur secondaire dont l'action présuppose des variations introduites par un facteur primaire, et rejette comme également insuffisante la solution proposée par le lamarkisme, le milieu pouvant bien agir comme condition, mais nullement comme cause, vis-à-vis d'une série d'effets enchaînés et ordonnés.

Il suit de là que l'évolution des espèces ne peut s'expliquer que par une variabilité interne, automatique pour ainsi parler, parfaitement déterminée dans sa direction et n'attendant des circonstances extérieures que les conditions favorables à l'apparition des effets. Le porteur de cette variabilité ne peut être que le germe (1).

Ainsi entendue, l'hypothèse de l'évolution est suffisante pour expliquer les faits. Supposons, avec le Dr Forel, que se soit développée dans certaines femelles l'aptitude à procréer des descendants femelles de deux sortes, appropriés les uns à la propagation, nos reines d'aujourd'hui, les autres au travail, les ouvrières; supposons que chez ces dernières la loi de corrélation ait entraîné la modification du cerveau et l'atrophie des ovaires : il a dû résulter de ces circonstances un avantage dans la lutte pour la vie, qui a servi de point de départ à la sélection pour amener l'état de choses actuel.

(1) Ces considérations sont d'une grande généralité et atteignent le vice radical des doctrines évolutionnistes, vice dont l'existence n'est plus déguisée par un bon nombre de savants. On peut citer à cet égard l'aveu significatif échappé au professeur Leuckaert, lors de la réunion annuelle de la Société zoologique d'Allemagne, en 1891. Le célèbre naturaliste n'a pas hésité à reconnaître devant son public d'élite que, pour rendre raison des phénomènes vitaux, l'Adaptation et l'Hérédité ont été à peine plus efficaces que la force vitale des anciens physiologistes.

En France, M. Giard avait déjà tenté de raffermir le système en présentant la sélection comme facteur secondaire et le milieu comme facteur primaire (*Les Facteurs de l'évolution*, Revue scientifique, 1889). Mais ces efforts, qui témoignent d'ailleurs d'une exacte intelligence du darwinisme, ne font point disparaître l'insuffisance de l'hypothèse primordiale. L'évolution phylogénique, si elle existe, est aussi exactement définie, aussi savamment ordonnée que l'évolution ontogénique; pas plus que celle-ci elle ne peut être conduite par une succession quelconque de circonstances aveugles.

Admise la possibilité, quels motifs pour admettre le fait? Il y en a peu et ils valent peu de chose. L'existence de formes intermédiaires, accidentellement à observer chez les fourmis à castes hautement différenciées, pourrait prendre la signification d'un beau cas d'atavisme, d'un retour régressif de la forme actuelle des ouvrières à une forme ancestrale plus voisine des femelles fécondes. Telles seraient les ouvrières qui, chez certaines espèces du genre *Formica*, ont le mesonotum bossu. Mais ce sont là plutôt des cas pathologiques. Ces ouvrières ont toutes les apparences de véritables avortons, issus d'embryons mal formés.

L'évolution particulière des nids composés se ramène assez aisément à une sorte d'accoutumance, consécutive à une association accidentelle, ou, si l'on veut, à une fixation de tendances utiles, favorisées par le caractère de la petite fourmi. C'est toujours la possibilité. Du fait lui-même, nous ne savons rien.

Quant aux colonies mixtes, on les trouve particulièrement rebelles à la descendance. Darwin s'est essayé à les réduire au système sans pouvoir se glorifier d'y avoir réussi. Il s'agit de concevoir comment un simple penchant à la rapine, qui ne paraît avoir pour mobile que la gloutonnerie, s'est transformé, chez la fourmi sanguine ou chez l'Amazone, en penchant à l'élevage; comment ensuite un tel penchant a pu se transmettre par hérédité, les ouvrières étant infécondes et les reines n'étant ni voleuses ni nourrices (1).

Ici encore, l'hypothèse de la descendance n'est soutenable que si l'on place la variabilité dans le germe, et le fait échappe à la démonstration. Il faut même dire que les découvertes paléontologiques le rendent très invraisemblable.

On sait que les enveloppes chitineuses des insectes se conservent indéfiniment dans les milieux résineux. Nous devons à cette circonstance de trouver aujourd'hui des insectes de la faune tertiaire superbement enrobés dans l'ambre et se prêtant aux plus délicates études de comparaison. Or ces inclusions géologiques, très instructives au point de vue de la différenciation chez les arthropodes en général, montrent en particulier que nos fourmis étaient représentées, à ces époques voisines de leur apparition, par les mêmes castes qu'aujourd'hui. Leur instinct était donc aussi le même (2).

(1) Mayr, *Ameisen des Balt. Bernsteins.* — Scudder, *Systemat. Uebersicht über die fossilen Myriapoden, Arachniden und Insekten.*

(2) Que penser de l'étrange modification subie par l'instinct nutritif et de la modification corrélative des appendices buccaux? Dira-t-on que savoir

Telles sont les principales considérations développées dans ce dernier chapitre. Nous devons ajouter que les lecteurs du P. Wasmann ne sauraient, sans injustice, lui reprocher de n'avoir pas pris au sérieux la théorie de la descendance, ou de s'être laissé guider par des idées préconçues. Il déclare lui-même qu'il n'est pas ennemi de toute idée évolutionniste (1), pourvu qu'elle soit prise avec de justes tempéraments, et qu'il reconnaît la vraisemblance d'une évolution dans certains groupes.

Comme conclusion générale, et pour traduire l'impression qui nous reste après la lecture attentive du livre, nous dirons que l'auteur a tenu la promesse qu'il faisait dans la préface, p. III. Les biologistes trouveront dans son étude un exposé synthétique des faits anciens et de ceux, assez nombreux, que des observations personnelles y ont ajoutés; les philosophes, une discussion impartiale de ces faits; les lecteurs ordinaires, une source de connaissances utiles et intéressantes, pourvu toutefois que leur objectif ne soit pas une simple lecture de passe-temps.

Nous nous serions reproché de taire cette dernière restriction. Elle accentue à sa manière le caractère du travail et ne peut éloigner que les lecteurs qui ne devraient jamais lire.

Toutefois, puisqu'il s'agit incidemment des charmes de la lecture, disons qu'ils auraient été plus grands, à notre avis, si l'auteur avait évité quelques longueurs et même quelques répétitions, qui tiennent sans doute aux circonstances de la rédaction. Son livre, n'étant guère que la réédition d'une série d'articles publiés dans la revue *Natur und Offenbarung*, n'a pas échappé complètement au défaut d'ordre et d'unité trop ordinaire en pareil cas.

J. Pantel, S. J.

manger et chercher soi-même sa nourriture est une faculté inutile, ou moins utile que d'aller mendier?

(1) Voir p. 252.

BIBLIOGRAPHIE

I

Traitement des tumeurs blanches chez l'enfant, par le Dr A. Broca. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — 1 vol. petit in-8° de 155 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1893.

Il n'est pas d'affection qui exige, de la part du médecin, plus de tact, de patience et de persévérance que la tumeur blanche. Le traitement à instituer doit varier d'après la constitution de l'enfant, la période à laquelle la maladie est arrivée, les symptômes qui prédominent. D'autre part, la moindre faute peut amener les conséquences les plus graves : l'ankylose de l'articulation malade, l'amputation ou la résection des os du membre, voire même la mort du patient. Ce qui augmente encore les difficultés de la thérapeutique, c'est la multiplicité des médications préconisées, qui toutes ou presque toutes s'appuient sur l'autorité de ceux qui les recommandent.

Dans le livre que nous analysons, le Dr Broca s'est attaché à bien poser les indications que le chirurgien doit remplir, à exposer en détail les traitements auxquels on peut avoir recours, à en discuter la valeur et à faire connaître les résultats qu'on en obtient.

Il est, d'après l'auteur, un principe qui domine toute la thérapeutique de l'enfant atteint de tumeur blanche : " c'est qu'elle doit résolument être beaucoup plus conservatrice, et renoncer la plupart du temps aux résections typiques, excellentes au contraire chez l'adulte, pour recourir aux opérations partielles, incomplètes,

si souvent médiocres chez l'adulte. „ Pour étayer son opinion, notre confrère de Paris s'appuie principalement sur les remarquables travaux qu'un chirurgien lyonnais, M. Ollier, a consacrés à l'étude de la physiologie et de la pathologie osseuses.

Le traitement doit être double: général et local. La médication générale, qui est d'une importance capitale, est celle de la scrofule et de toutes les tuberculoses locales. L'huile de foie de morue, l'iode (solution de Lugol), le phosphate de chaux en forment les bases principales. A côté de ces remèdes, il faut faire une large place à l'hygiène : alimentation tonique, aération et ensoleillement de l'habitation, exercice modéré, séjour au bord de la mer, cure d'eaux minérales, salines, etc...

Le traitement local comprend les médications non opératoires, les opérations (résections, amputations, etc...), et le traitement des ankyloses.

Les *moyens non opératoires* sont d'abord la révulsion, qui peut s'obtenir par les badigeonnages à la teinture d'iode, par les pointes de feu superficielles, par l'application soit de longues et profondes raies de feu, soit de disques ou de traînées de pâte caustique de Vienne. L'auteur se prononce catégoriquement pour la teinture d'iode et les cautérisations superficielles, qui sont peu douloureuses et n'offrent aucun inconvénient. Nous sommes absolument de son avis.

La compression, lorsqu'elle est applicable, est un excellent moyen de traitement des tumeurs blanches ; elle n'est cependant pas indispensable; aussi, quand elle n'est pas réalisable, peut-on la remplacer par l'immobilisation en bonne position.

Depuis quelques années, on a tenté de favoriser la tendance que les affections tuberculeuses des os montrent vers la guérison en pratiquant des injections interstitielles, soit d'iodoforme, soit de chlorure de zinc. Cette dernière méthode est toute nouvelle, elle est due au Dr Lannelongue; il est encore prématuré de se prononcer sur son efficacité; elle paraît avoir, tout au moins, l'avantage de limiter les zones où le chirurgien aura à opérer.

Quel que soit le mode de traitement local adopté, l'immobilisation de la jointure malade est un adjuvant toujours utile, souvent indispensable, mais elle doit être très précoce et la jointure doit être fixée en bonne position; à cet effet, il est parfois nécessaire de produire le redressement de l'articulation. L'immobilisation est assez facile au membre supérieur ; elle est, de plus, compatible avec une hygiène excellente. Pour le membre inférieur, l'auteur donne la préférence à l'extension continue et, lorsqu'il y

a amélioration, à l'application d'appareils permettant la marche du malade.

Revenant sur ce qu'il a dit au début, le Dr Broca insiste avec raison sur cette règle que, chez l'enfant, le traitement non opératoire est seul de mise tant qu'il n'y a pas de suppuration. Et même lorsqu'il y a des abcès froids, on ne doit jamais oublier que l'enfant est doué d'une puissance considérable de résistance et de réparation. Il ne faut cependant pas s'obstiner dans cette thérapeutique expectante; quand le pus est abondant, que le sujet maigrit et surtout s'il a de la fièvre, il faut recourir au bistouri.

L'auteur consacre le troisième chapitre de son intéressant ouvrage à discuter la valeur des résections typiques chez l'enfant. Il pose en fait que la plupart des résections pratiquées dans l'enfant sont au moins médiocres, et que certaines d'entre elles sont tout à fait désastreuses, laissant après elles une infirmité grave et définitive. Ollier a dit que toute résection, chez l'enfant, est suivie d'un raccourcissement supérieur à la longueur d'os retranché, et ce raccourcissement est progressif : il augmente relativement à la longueur du membre sain tant que le sujet n'a pas achevé sa croissance. M. Broca conclut de là que dans l'enfance la résection ultra-épiphysaire, c'est-à-dire pratiquée au delà les cartilages de conjugaison (1), doit être en principe formellement proscrite; que la résection intra-épiphysaire est une opération acceptable, mais toujours inférieure à la résection chez l'adulte.

Tels sont les principes qui doivent guider le chirurgien; ces principes devront parfois plier d'après la gravité du cas, comme aussi d'après l'articulation qui est malade. L'auteur étudie longuement ce qu'il y a à faire pour chacune des articulations des membres.

Quant aux opérations partielles, elles sont au nombre de quatre : l'ouverture des abcès, l'arthrectomie, les évidements osseux et la cautérisation ignée. C'est l'évidement osseux qui est le plus souvent applicable à l'enfant; il sera suivi d'une immobilisation en bonne position et, contrairement à l'avis d'Ollier, l'auteur croit qu'il faut tenter la réunion immédiate.

Une suite fréquente des tumeurs blanches — elle est inévitable quand le cas est très avancé — est l'*ankylose* de l'articulation. Que faire lorsque les choses en sont là? Si l'ankylose s'est

(1) On nomme ainsi les cartilages par lesquels les os croissent en longueur.

faite dans une bonne position, il vaut mieux attendre et s'abstenir de toute intervention. Si elle est vicieuse, il faut tâcher de redresser le membre, ce qu'on peut obtenir soit par l'ostéoclasie (fracture de l'os), soit par l'ostéotomie (section de l'os). L'auteur préfère cette dernière méthode ; celle-ci peut être appliquée par divers procédés, qui varient d'après le siège du mal.

Le Dr Broca termine son opuscule par un dernier chapitre, dans lequel il expose d'une façon magistrale toutes les indications qui peuvent se présenter dans le traitement d'une tumeur blanche et qui diffèrent suivant qu'il y a ou qu'il n'y a pas de suppuration. Dans le premier cas, il faut distinguer suivant que l'articulation est dans une bonne position normale ou qu'elle est en attitude vicieuse. Dans le second cas, la conduite ne sera pas la même si l'abcès est fermé ou ouvert. Enfin la convalescence de cette affection exige des soins spéciaux, qu'il est important de connaître.

Le livre du chirurgien de Paris a le rare mérite d'être écrit avec une impartialité et une objectivité vraiment parfaites. Tout en étant très concis, il ne laisse de côté aucun point de cette question si délicate et si grave de la thérapeutique des tumeurs blanches. Nous croyons ne pas pouvoir en recommander assez instamment la lecture à tous les praticiens.

Dr Moeller.

II

Maladies des pays chauds. Maladies climatériques et infectieuses, par le Dr H. de Brun, professeur à la Faculté de médecine de Beyrouth, Correspondant de l'Académie de médecine. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — 1 vol. petit in-8° de 197 pp. — Paris, Gauthiers-Villars et Masson, 1893.

Les explorations et les voyages dans les pays chauds prennent une extension de plus en plus grande. Il n'est presque plus un peuple en Europe qui ne cherche dans les contrées éloignées un moyen de remédier à l'excès de population en même temps qu'un débouché pour son commerce et son industrie. Un des grands obstacles qui entravent les progrès de ces essais de colonisation provient des maladies propres aux climats torrides, lesquelles sont particulièrement meurtrières pour les personnes nées dans les climats tempérés. Il importe de bien connaître ces

maladies, soit pour en prévenir le développement, soit pour les guérir lorsqu'elles sont déclarées.

Le Dr de Brun, professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth, était bien placé pour se livrer à cette étude de pathologie. Son livre vient à son heure; il sera consulté avec fruit par tous ceux que les circonstances ont conduits dans ces pays, dont la pathologie spéciale est encore trop peu connue en Europe.

L'auteur divise son ouvrage en deux parties. Dans la première, il étudie les *maladies climatériques,* qui sont exclusivement dues aux influences météorologiques; il n'en admet que deux dans cette catégorie : le coup de chaleur et l'anémie tropicale. D'après lui, toutes les fièvres, que l'on considérait autrefois comme des fièvres climatériques (fièvre éphémère, synoque, fièvre herpétique, fièvre gastrique, fièvre rémittente, fièvre bilieuse), sont des maladies infectieuses, dans la production desquelles les éléments météorologiques n'interviennent qu'en favorisant le développement des germes qui les produisent.

Le *coup de chaleur* est un ensemble de phénomènes, le plus souvent très graves, produits par l'action sur l'organisme d'une haute température soit naturelle, soit artificielle. Il est très différent du coup de soleil, fort connu en Europe, par exemple des touristes qui traversent en été des glaciers ou de grands champs de neige; connu aussi des personnes qui séjournent au bord de la mer. Le coup de chaleur, rare quand la température ne dépasse pas 30° à l'ombre, est fréquent quand elle s'élève au delà de 35° et surtout quand elle atteint 45 et 50°. Discutant les différentes théories émises pour expliquer la pathogénie de cette maladie, l'auteur adopte les idées de Hestrès : la chaleur produit une sudation exagérée; celle-ci devient bientôt insuffisante, et le calorique. pénétrant dans l'organisme, agit d'abord sur le système nerveux périphérique ; ensuite la myosine se coagule, d'où résultent des altérations dans les fonctions du cœur et du diaphragme. Le Dr de Brun expose ensuite l'anatomie pathologique et la symptomatologie; enfin il fait connaître le traitement prophylactique, qui consiste surtout à éviter l'action trop directe de la chaleur, alléger la charge des hommes, augmenter la longueur des haltes. prescrire les ablutions froides, proscrire les boissons alcooliques et donner des vêtements appropriés. Le traitement est surtout symptomatique et varie suivant les cas.

L'*anémie tropicale* peut se manifester à l'exclusion de toute autre maladie préalable. Elle est due à la diminution de l'activité

respiratoire et des combustions organiques, à l'inappétence, aux fatigues exagérées. Les excès de tous genres y prédisposent singulièrement. Les symptômes sont les mêmes que ceux de l'anémie de nos pays; la marche est beaucoup plus rapide. Pour la prévenir, il faut diminuer la durée du séjour dans les pays chauds, habiter alternativement le littoral et les localités montagneuses, suivre une hygiène irréprochable. Le traitement curatif consiste surtout dans un changement de climat et l'administration des toniques (fer et amers).

La seconde partie de l'ouvrage est consacrée à l'étude des *maladies infectieuses*, à savoir la peste, la fièvre jaune, le choléra, la fièvre dengue, le béribéri, la maladie du sommeil, le ponos, et la fièvre fluviale du Japon.

La *peste* semble actuellement confinée dans certains foyers qui se trouvent surtout en Turquie, en Perse et dans l'Inde. Elle peut être transportée à distance (peste d'Astrakan, 1877 à 1879), ce qui prouve que ces foyers constituent toujours un danger pour l'Europe. La maladie est transmissible de l'homme malade et du cadavre à l'homme sain, ce qui est prouvé par des faits d'importation, par les effets de l'isolement et par la marche des maladies. Les vêtements, les hardes, les divers effets ayant appartenu à des pestiférés peuvent seuls transporter *au loin* le germe de la maladie. Ce germe semble pouvoir vivre longtemps dans la terre. La chaleur torride, de même que le froid, constitue de puissantes barrières pour la propagation de la peste. Chose singulière, cette affection recherche plutôt les plateaux que les régions alluviennes. L'auteur expose les lésions anatomiques et les symptômes, dont les plus caractéristiques sont les bubons (gonflement des ganglions lymphatiques). La moyenne de la mortalité actuelle est de 50 à 75 p. c. La prophylaxie sera celle de toutes les maladies infectieuses; il n'y a pas de remède spécifique; le traitement varie suivant la forme de la maladie.

La *fièvre jaune* occupe, de nos jours, quatre foyers: golfe du Mexique, côte du Brésil, côte du Pérou, côte occidentale de l'Afrique (Sénégambie et Sierra-Leone). Les différentes excursions qu'elle a tentées en Europe ont toujours été passagères; elle n'a jamais pu s'acclimater dans nos régions. Une température élevée est la condition *sine qua non* de son développement. Cette maladie a une prédilection marquée pour le littoral de la mer et les rivages des grands cours d'eau. Elle se développe exclusivement dans les grandes agglomérations, tandis qu'elle

respecte les villages et les hameaux. Le germe peut être transporté au loin soit par les malades, soit par des objets inanimés qui ont été contaminés. Quel que soit son mode de transport, c'est par absorption pulmonaire qu'il semble pénétrer dans l'organisme. Le contact seul a peu d'importance. L'auteur décrit longuement les lésions anatomiques qui caractérisent la maladie, ainsi que les symptômes qui en sont la manifestation; parmi ceux-ci, les plus importants sont l'ictère (couleur jaune de la peau) et les effusions de sang soit sous la peau, soit à l'extérieur; les vomissements de sang sont fréquents, de là le nom de *vomito negro* donné à cette maladie.

Des mesures très sévères ont été édictées en France pour empêcher l'importation de la fièvre jaune. Un médecin de Rio-de-Janeiro a fait des tentatives de vaccination, mais jusqu'ici les résultats en sont douteux.

Le chapitre relatif au *choléra indien* ne renfermant aucun renseignement nouveau, nous croyons inutile de le résumer.

La *fièvre dengue* est une maladie fébrile, épidémique, contagieuse ou transmissible, qui a pour berceau la zone intertropicale, où elle occupe deux foyers principaux : l'un en Amérique (tout le territoire des États-Unis au sud de Boston, Pérou et Brésil), l'autre sur les côtes de l'océan Indien et de la mer Rouge; un troisième foyer se trouve sur la côte occidentale d'Afrique (Sénégambie). Elle s'est fixée en 1845 en Égypte, puis en Tripolitaine et en Syrie (1861); enfin, tout récemment, elle a visité l'Asie mineure, la Turquie et la Grèce (1889). La dengue, capable de s'acclimater dans des régions tempérées, a cependant une grande prédilection pour les climats chauds. L'altitude lui oppose souvent une barrière; ainsi elle a presque toujours respecté le Liban. Tout malade atteint de la fièvre dengue est porteur d'un germe qu'il répand autour de lui et devient ainsi un centre de propagation de maladie. L'auteur différencie la dengue de la malaria, comme aussi de l'influenza (1). Cette affection a une symptomatologie assez complexe, au milieu de laquelle on note surtout des douleurs vives dans le tronc et les membres, ainsi que diverses éruptions. Le pronostic est très bénin; l'auteur a assisté à certaines épidémies dans lesquelles les deux tiers de la population d'une ville de plus de 100 000 habitants, comme Beyrouth, étaient atteints sans qu'un seul cas de mort soit parvenu à sa connaissance.

(1) Voir à cet égard notre travail sur *L'Influenza*, Revue des questions scientifiques, 2e série, t. III, avril 1893, p. 355.

Le *béribéri* est une maladie assez singulière, dont le domaine s'étend comme une ceinture autour du globe, occupant les régions intertropicales du 30e degré nord au 30e degré sud. Ses foyers de prédilection sont l'Inde, la Chine, l'Annam, le Japon, la Malaisie, la Polynésie, l'Arabie, Madagascar, la côte orientale de l'Afrique (Zanzibar). On l'a observé aussi aux Antilles et au Brésil. Il a une grande prédilection pour le littoral, surtout dans les terres basses, humides, encaissées. Il se développe aussi dans les grands centres lorsqu'il y a des stagnations d'eaux ménagères, d'immondices, de détritus; il peut même naître sur des navires qui se trouvent dans ces conditions. D'une façon générale, l'encombrement, un mauvais régime et des eaux potables contaminées constituent les principales causes de la maladie. On ne connaît pas encore le microbe pathogène.

Les symptômes de cette maladie sont principalement des troubles du système nerveux (parésies, anesthésies), auxquels se joignent parfois des troubles de la vie végétative (œdème, troubles circulatoires et respiratoires). C'est une maladie sérieuse (40-50 p.c. de mortalité). Le traitement préventif est exclusivement une bonne hygiène, principalement alimentaire. Le traitement curatif consiste avant tout dans le déplacement dans un bon climat.

La *maladie du sommeil* est une affection des nègres africains, caractérisée par une tendance irrésistible au sommeil, l'anéantissement progressif des forces, aboutissant le plus souvent à la mort. L'étiologie en est obscure; il n'est pas certain que la maladie soit transmissible, quoiqu'elle soit probablement infectieuse. Le pronostic est très grave, le traitement est à peu près nul.

Le *ponos* est spécial à certaines îles de l'Archipel grec; il atteint exclusivement les enfants de 10 mois à 6 ou 7 ans. On n'en connaît guère les causes. Une bonne hygiène en triomphe souvent.

La *fièvre fluviale du Japon* est encore peu connue: c'est probablement une maladie infectieuse, mais non contagieuse.

Tel est le livre du Dr de Brun, qui se recommande à tous les médecins appelés à pratiquer dans les pays chauds, où ils rencontreront souvent les affections que nous venons de décrire en résumé.

Dr Mœller.

III

De l'endocardite aiguë, par le Dr V. Hanot. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — 1 vol. petit in 8° de 168 pp. — Paris, Gauthier-Villars et Masson, 1893.

Cet ouvrage est exclusivement consacré à l'étude de l'endocardite *aiguë*, principalement envisagée au point de vue étiologique et pathogénique.

Dans un premier chapitre, le Dr Hanot expose l'historique de cette maladie; il revendique pour Bouillaud l'honneur d'avoir donné à l'endocardite son individualité propre et d'en avoir, le premier, tracé une description complète. Puis il résume les notions que nous possédons sur l'étiologie et la pathogénie de cette affection. D'après l'auteur, l'existence de l'endocardite primitive traumatique n'est rien moins que démontrée, pas plus que celle de l'endocardite primitive *a frigore*. Le traumatisme, comme le froid, ne paraît jouer que le rôle de cause occasionnelle, préparant le terrain pour les véritables agents pathogènes de la maladie.

L'endocardite serait, d'après cela, toujours une maladie secondaire. Nous croyons que c'est là une conception trop étroite. A ce titre, la pneumonie ne serait, elle aussi, qu'une maladie secondaire; car le froid ne produit également l'inflammation du poumon qu'en favorisant l'action du virus pneumonique.

Pour le Dr Hanot, l'endocardite est toujours la manifestation d'une infection; elle est le résultat de l'action sur l'endocarde, non pas d'*un* microbe pathogène toujours le même, mais de microbes très divers, dont le nombre augmentera encore ; c'est la nature du microbe qui fait la nature de l'endocardite. Cette maladie peut présenter deux modes d'évolution : elle peut être simple, c'est-à-dire que le germe paraît s'être épuisé dans la production de l'inflammation endocardique; d'autres fois elle est infectante, c'est-à-dire que le germe paraît se renforcer après s'être implanté, de manière à devenir nocif pour tout l'organisme : tel est le cas des endocardites malignes, typhoïdes, ulcéreuses.

L'endocardite rhumatismale est ordinairement simple; quelquefois, si l'organisme est très affaibli, elle peut être infectante. Le Dr Hanot fait un exposé très complet des lésions anatomiques produites par cette maladie; il résume les recherches faites pour trouver le microbe pathogène (ces recherches ne sont pas

encore concluantes); il montre ensuite les conséquences les plus fréquentes des endocardites, qui sont le rétrécissement et l'insuffisance des orifices du cœur. A propos de la symptomatologie, l'auteur discute l'aphorisme généralement admis, que " le développement brusque, rapide, du souffle, de l'insuffisance mitrale est le signe le plus net de l'endocardite rhumatismale aiguë ". Cet aphorisme comporte des restrictions : il est des cas où le souffle manque malgré l'endocardite, d'autres où il existe sans endocardite ; ce qui complique parfois la chose, c'est la coïncidence fréquente de la péricardite. Au point de vue thérapeutique, le Dr Hanot se borne à citer l'opinion de Senator, qui attribue au salicylate de soude la propriété de diminuer la fréquence de la complication endocarditique.

L'endocardite infectieuse (encore nommée septique, ulcéreuse, etc.). est étudiée d'une façon très approfondie par l'auteur, qui expose dans tous leurs détails les découvertes modernes sur cette intéressante maladie. Ce qui caractérise surtout cette affection, au point de vue anatomo-pathologique, c'est que les néo-formations inflammatoires, au lieu de se condenser, de se solidifier comme dans l'endocardite rhumatismale, continuent à proliférer, à s'accroître, et qu'elles sont le siège d'un travail de ramollissement, une dissociation des éléments hyperplasiés qui se résolvent en un détritus granuleux, lequel se détache et s'élimine sous l'effort du courant sanguin. De là deux conséquences : d'une part cette dissociation des éléments anatomiques donne lieu à des pertes de substance qui peuvent aller jusqu'à produire des ulcérations, des perforations ; d'autre part, cette élimination des détritus peut déterminer les formations d'embolies avec toutes leurs conséquences, ou également la manifestation d'infections générales plus ou moins graves. Que ce processus morbide, qui caractérise l'endocardite infectieuse, soit dû à l'action de germes pathogènes, c'est ce qui résulte des observations cliniques aussi bien que des expériences de laboratoire.

Le mode de développement de cette affection est exposé de main de maître par l'auteur ; elle ne peut exister qu'après transport et insertion sur les valvules des microbes pathogènes ; l'infection sanguine est donc antérieure à la lésion locale. Par quelle voie s'effectue l'infection sanguine ? Les portes d'entrée sont multiples : peau, muqueuses ; toute solution de continuité peut donner lieu à un foyer d'inoculation. On peut même admettre l'introduction du micro-organisme par l'air respiré, sans lésion de la muqueuse pulmonaire ; ainsi s'explique l'apparition de la

maladie dans les faits où la porte d'entrée échappe aux investigations. Pourquoi le micro-organisme se fixe-t-il sur les valvules? Souvent parce qu'il existe une lésion valvulaire préalable. Mais Rendu donne une autre explication : de même que, dans une rivière où il existe un barrage qui modifie ou régularise son débit, toutes les impuretés s'accumulent et stationnent à son voisinage, dans les angles morts, de même, pour le cœur, les germes se rassemblent, pour y proliférer, dans les points où le courant sanguin est moins actif.

L'endocardite peut être produite par des microbes non encore trouvés dans d'autres maladies; d'autres fois il est dû au microbe spécifique de maladies déterminées (suppuration, pneumonie, tuberculose, typhus, fièvres éruptives, oreillons, diphtérie, etc.). Quant à la symptomatologie, l'auteur admet trois formes : la forme typhoïde, la forme pyohémique et la forme intermittente. Le diagnostic de cette maladie est souvent extrêmement difficile et obscur. Le Dr Hanot ne considère pas le pronostic comme aussi sombre que le disent les ouvrages classiques. Le traitement doit se borner à soutenir les forces du malade, relever l'action du cœur et combattre la pullulation des microbes par l'administration des antiseptiques. L'auteur croit à la diminution croissante des cas d'endocardite infectieuse, grâce aux progrès de l'antisepsie, qui empêche souvent la pénétration de germes pathogènes dans l'organisme.

Dr Moeller.

IV

Décoration céramique au feu de moufle, par M. E. Guenez, ancien préparateur des cours de céramique, verrerie et teinture, au Conservatoire national des Arts et Métiers. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 193 pages. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1893.

Tous les renseignements réunis dans ce livre ont été choisis de manière à donner une idée suffisamment complète des opérations qui constituent l'art de décorer les poteries à l'aide de peintures vitrifiables. Autrefois la peinture sur porcelaine et sur faïence était l'apanage presque exclusif des grands établissements industriels; mais, depuis quelques années, bon nombre d'amateurs, parmi lesquels on compte plus d'un peintre de talent, consacrent une partie de leur temps à cette branche délicate des beaux-arts.

La décoration céramique, reposant sur des réactions chimiques généralement peu connues, expose à des insuccès nombreux, qu'il est difficile d'éviter lorsqu'on n'est pas à même d'en découvrir la cause. Pour prévenir toute méprise et répandre le goût d'un art qui a déjà produit bien des merveilles, M. Guenez offre à l'amateur céramiste un exposé concis et substantiel des données théoriques et pratiques indispensables pour l'emploi judicieux des couleurs vitrifiables.

La première partie de son ouvrage est le manuel de chimie du peintre sur porcelaine ou faïence. Elle fournit quelques notions sur la composition des pâtes céramiques, des glaçures et des émaux, sur la cuisson des différents genres de décoration colorée, sur les propriétés et le développement des couleurs, sur les matières colorantes et les fondants.

La seconde partie a un caractère plus pratique : elle suffirait, en cas de besoin, à celui qui, peu soucieux de comprendre ou de perfectionner ses méthodes, s'astreindrait à suivre pas à pas les indications données. Dans le premier chapitre, l'auteur traite de la préparation des fondants, des couleurs et des lustres métalliques; dans les deux suivants, de la manière de procéder dans l'exécution de la peinture et la cuisson des pièces. Outillage, composition de la palette, dessin et décalque sur poteries, application des couleurs, retouches, enlevages...; dessiccation, conduite du feu de moufle, accidents de cuisson et brunissage de l'or, tels sont les différents points passés en revue.

Comme M. Guenez le remarque en terminant, les amateurs peuvent désormais obtenir d'excellents résultats, tout en effectuant eux-mêmes la cuisson de leurs peintures, grâce à des moufles de petites dimensions que l'on trouve dans le commerce et dont la disposition permet de se rendre maître de la température.

D. T.

V

Application de la photographie aux sciences naturelles, par le Dr R. Koehler, chargé de cours à la Faculté des sciences de Lyon. *(Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire.)* — Petit in-8° de 195 pages. — Paris, Gauthier-Villars, G. Masson, 1893.

Le but de M. Kœhler est de montrer comment la photographie fournit au naturaliste une méthode de reproduction rapide et fidèle des objets d'étude et en même temps un moyen précieux

de recherche et d'analyse. Il n'est donc pas question dans cet ouvrage des opérations photographiques proprement dites : développement et fixage des clichés, tirage des positifs, etc... Les appareils et les procédés sont mentionnés seulement pour indiquer les modifications qu'exigent les applications scientifiques. Même réserve au sujet du maniement des instruments indispensables aux biologistes. On ne s'arrête même pas aux applications de la photographie qui n'exigent aucune installation spéciale, comme la reproduction de dissections d'animaux ou de plantes, le relevé de coupes de terrain ou d'accidents orogéniques, la représentation de lésions anatomiques ou d'attitudes vicieuses ; mais on décrit uniquement les applications qui imposent à l'opérateur une technique spéciale et présupposent une formation scientifique assez complète.

Chacun connaît l'importance du dessin en histoire naturelle. Les naturalistes doivent accompagner leurs descriptions de figures faites avec soin et représentant, avec une minutie, une fidélité religieuse en quelque sorte, l'objet étudié sans modifier en rien sa forme générale, ni le moindre de ses détails. Ce n'est pas à dire que la photographie des préparations histologiques doive ou puisse même remplacer toujours, dans les mémoires originaux, les dessins exécutés par l'auteur; car, si parfaites qu'elles soient, les épreuves photographiques seront d'ordinaire moins lisibles et moins nettes que les figures faites à la chambre claire. Mais la représentation de certains objets peut offrir de grandes difficultés par suite de l'abondance et de la finesse des détails. D'autres fois, il s'agit de fixer des points de structure controversés : le biologiste demandera alors à la photographie des documents d'une autorité indiscutable, garants de sa bonne foi et de l'exactitude de ses observations. Il y a plus : alors que l'œil humain est un instrument imparfait, l'œil photographique voit tout, sans fatigue comme sans partialité. La plaque sensible, a dit M. Janssen, est la rétine du savant. A l'abri des troubles causés par l'épuisement, l'inattention, les idées préconçues, elle additionne les impressions qu'elle reçoit, elle est sensible à des radiations que notre œil ne peut percevoir à cause de leur faible longueur d'onde, elle est capable de nous déceler, en les rendant sensibles à nos sens, des détails qui, sans la photographie, nous seraient toujours restés inconnus.

Hâtons-nous pourtant de l'observer : la microphotographie elle-même entraîne bien des mécomptes, à moins qu'on ne la pratique avec un outillage irréprochable. Au dire de M. Kœhler,

“ avec une chambre noire ordinaire et un bon microscope, tout le monde peut installer facilement un appareil à photographie microscopique permettant d'obtenir d'aussi bonnes épreuves qu'un appareil complet très coûteux. „ Un peu d'expérience montre bien vite que la chose n'est pas si simple. Si l'on veut bien réussir, il faut remplacer le tube ordinaire du microscope par un tube large bien noirci à l'intérieur et muni de plusieurs diaphragmes pour supprimer les réflexions sur les parois internes; il faut assurer le centrage parfait de toutes les pièces du microscope et renoncer par suite à l'emploi du revolver ordinaire; il faut adapter à l'instrument une platine mobile permettant de faire mouvoir la préparation à l'aide de deux vis placées sur le côté; il faut allonger le soufflet pour avoir un tirage plus grand que d'habitude; il faut installer à poste fixe un *banc optique* parfaitement dressé et fort stable. Les parties optiques du microscope n'exigent pas moins de qualités. L'objectif aura un grand *pouvoir pénétrant*, car en microphotographie on ne peut pas, comme dans les observations ordinaires, remédier au défaut de profondeur par les mouvements alternatifs communiqués à la vis micrométrique et par l'accommodation de l'œil : l'image est reproduite telle qu'elle se présente sur le verre dépoli. L'objectif aura un grand *pouvoir définissant*, car la photographie demande des images pures, dont les contours soient nets et précis, sans bords estompés, ni franges colorées. Cette qualité dépend du centrage des lentilles et de la correction des aberrations chromatique et sphérique. Les objectifs microscopiques ordinaires sont suffisamment corrigés des deux aberrations pour les observations courantes; mais en microphotographie, ils ne donnent de bonnes épreuves qu'avec un éclairage *monochromatique*. Aussi Siebert, Hartnack, Wales, Nachet, Zeiss, etc. livrent-ils des objectifs spéciaux à l'aide desquels on peut photographier dans la lumière blanche. Les objectifs dits *apochromatiques* présentent le même avantage; on conseillera leur usage aux personnes qui ne reculeront pas devant leur prix élevé. Quant aux oculaires ordinaires, ils sont insuffisamment corrigés : l'image qu'ils fournissent présente souvent des franges colorées. On peut remédier à cet inconvénient de diverses façons plus ou moins avantageuses et surtout par l'emploi de l'*oculaire à projection* de Zeiss.

Reste l'éclairage de l'objet à photographier. La lumière diffuse du jour n'est pas assez intense, et l'on doit recourir soit à la lumière directe du soleil, soit à un éclairage artificiel qui peut être fourni par la lumière électrique, par la lumière oxhydrique,

par la lumière au magnésium, enfin par celle du gaz ou du pétrole. L'auteur discute longuement les avantages et les inconvénients des diverses sources lumineuses, les dispositions spéciales que l'emploi de chacune d'elles peut réclamer, ainsi que les conditions générales qu'il est nécessaire de réaliser et qui sont communes à tous les modes d'éclairage. Si l'on tient compte, outre cela, des qualités que doivent avoir les préparations à photographier, de la délicatesse de la mise au point et de la détermination du temps de pose, on doit conclure, ce semble, à l'encontre des insinuations de M. Kœhler, que le succès en microphotographie n'est à la portée que du petit nombre.

La seconde partie de l'*Aide-Mémoire* traite des applications de la photographie à la physiologie. Grâce à la sensibilité de l'émulsion au gélatino-bromure, il est désormais aisé de recueillir sur la plaque une série d'images d'objets mobiles, prises à des intervalles très courts et exactement mesurés, et de suivre toutes les phases du mouvement que sa lenteur, sa vitesse ou sa complication empêchent de bien observer. Le premier essai de chronophotographie fut fait par M. Janssen en 1874, pour déterminer les positions successives de Vénus aux différents instants de son passage devant le Soleil. Muybridge, de San Francisco, imagina un dispositif pour l'étude de la locomotion animale. Mais la chronophotographie *pratique* a été créée par M. Marey. Grâce à la précision de ses appareils, cet habile physiologiste a pu analyser d'une manière admirable le vol des oiseaux et des insectes, la marche, le saut et la course des mammifères, la locomotion des poissons et de beaucoup d'animaux inférieurs. Dans l'impossibilité de décrire en quelques lignes le chronophotographe complet de M. Marey, nous renvoyons le lecteur au présent *Aide-Mémoire* et aux notes originales récemment publiées par l'inventeur dans la *Revue générale des sciences pures et appliquées*, la *Nature* et les *Comptes rendus de l'Académie des sciences*. Signalons seulement un des résultats les plus remarquables dûs à l'avènement du gélatino-bromure. Alors qu'un pigeon ne donne pas plus de 8 coups d'aile par seconde, la mouche en donne 330. Que l'on juge dès lors combien le temps de pose devra être court si l'on veut photographier cet insecte dans plusieurs attitudes différentes durant un seul battement d'aile. M. Marey a réduit la durée de l'exposition à 1/20 000 et même à 1/40 000 de seconde! La chronophotographie semble destinée à un brillant avenir. M. Demeny a établi qu'elle pourrait, par la représentation graphique des mouvements de la bouche, contribuer à l'éducation

des sourds-muets. M. Marey a tenté de l'appliquer à l'étude des animaux vivants vus au microscope; mais ses expériences ne sont encore qu'à leur début.

Pour finir, M. Kœhler consacre quelques pages aux appareils enregistreurs photographiques employés en physiologie, et à la photographie des cavités profondes de l'organisme, l'oreille, la vessie, l'œil et le larynx.

D. T.

VI

Observatorio meteorologico de Manila, *bajo la dirección de los PP. de la Compañia de Jesús.* El magnetismo terrestre en Filipinas, por el P. Ricardo Cirera, S. J., director de la sección magnética. — In-4°, 157 pages de texte, 2 cartes, et nombreux diagrammes. — Manila, 1893.

L'objet principal de ce mémoire, présenté au Congrès météorologique de l'exposition de Chicago, est de réunir, de comparer et d'utiliser, pour la construction des cartes magnétiques de l'archipel des Philippines, toutes les observations recueillies au cours d'expéditions scientifiques inaugurées en 1888, et toutes les données relatives aux variations du magnétisme terrestre enregistrées à l'observatoire de Manille depuis 1887. La place nous manque pour analyser, dans cette livraison de la *Revue*, cet important et consciencieux travail; mais nous ne voulons pas ajourner l'annonce de sa publication à nos lecteurs.

Les notions générales, les données historiques et les rapprochements instructifs qui servent de cadre aux documents mis en œuvre par le P. Cirera; la relation des expéditions scientifiques où ces documents ont été recueillis; la description des appareils et des méthodes d'observation et de réduction qui ont servi à les rassembler et à les utiliser; les nombreux diagrammes et les cartes qui les accompagnent; le soin apporté à la rédaction et à l'exécution typographique de l'ensemble, font de ce beau mémoire un véritable traité du magnétisme terrestre, et une contribution très précieuse à l'étude de cette branche scientifique, l'une des plus importantes de la physique terrestre, peut-être même de la physique cosmique.

Après une introduction historique relative aux expéditions scientifiques et à l'établissement du service magnétique de

l'observatoire de Manille, l'auteur décrit les appareils de voyage et les méthodes d'observation. Il fait connaître, dans les trois chapitres suivants, l'outillage et l'organisation du travail d'observation et de mise en œuvre à l'observatoire de Manille. Cet observatoire, disons-le en passant à l'honneur des jésuites du collège de Manille et des autorités espagnoles qui ont le bon esprit de favoriser de toutes manières leurs travaux, ne le cède en rien aux établissements officiels d'Europe les plus richement pourvus et les mieux organisés.

Les résultats des expéditions scientifiques dans les différentes îles de l'Archipel, et leur discussion, font l'objet du cinquième chapitre; leur réduction et la construction des cartes magnétiques, celui du chapitre suivant.

Enfin, les trois derniers chapitres sont consacrés aux variations séculaire et annuelle, à la variation diurne, et aux perturbations accidentelles du magnétisme à Manille.

Le P. Cirera et ses collaborateurs ont bien mérité de la science; ils continuent dignement les traditions de la Compagnie de Jésus qui, dans ses missions lointaines, a toujours fait marcher de front les labeurs de l'apostolat et les travaux scientifiques.

T. DE S.

VII

L'ILE FORMOSE. *Histoire et Description*, par C. IMBAULT-HUART, consul de France, etc. — Grand in-4° de LXXIII et 323 pp., orné de 5 cartes, 4 plans, 39 gravures et 32 phototypies. — E. Leroux, éditeur; Paris, 1893.

Un consul qui fait autre chose que son métier, qui apprend les langues des pays qu'il habite, même quand elles sont aussi difficiles et aussi ingrates que le chinois et le coréen, qui profite des moments de loisir que lui laissent ses occupations officielles pour publier un gros livre sur Formose, voilà qui mérite encouragement. C'est ce que le Ministère de l'instruction publique a compris, puisqu'il a fait les frais de cette belle publication, dont l'impression et l'illustration font honneur aux presses bien connues de notre excellent éditeur pour les ouvrages scientifiques sur l'Extrême-Orient. M. E. Leroux.

Aussi est-ce avec le plus grand intérêt que nous avons, je ne

dirai pas feuilleté ou simplement parcouru, mais lu page par page, de la première à la dernière, le gros volume sur l'*Ile Formose* dans lequel M. C. Imbault-Huart, consul de France à Canton, vient de condenser les résultats de ses recherches et de ses nombreuses lectures depuis plus de quinze ans. S'il faut en croire sa déclaration : " Tous les ouvrages, notes, articles, mémoires qui ont été publiés sur Formose, en quelque langue et dans quelque pays que ce soit, ont été lus par nous ", il aurait épuisé tout ce qu'on connaît dans le monde entier sur Formosa la belle. En tout cas, la liste bibliographique des ouvrages sur cette île, qui sert d'introduction, est fort complète et très considérable, puisqu'elle ne mentionne pas moins de plusieurs centaines d'indications. Nous en faisons nos plus sincères compliments à notre ami, M. le professeur H. Cordier, qui en est l'auteur. C'est qu'elle ajoute en effet énormément à l'intérêt du volume en nous permettant de recourir aux sources et représente en elle-même un travail important. Nous nous permettrons de lui citer quelques omissions, telles que, par exemple, l'expédition de la frégate autrichienne Novara en 1857, 1858 et 1859, qui a touché à Formose et y a même découvert des papillons nouveaux. Il eût encore été bon de citer les rapports commerciaux des consuls anglais, dans lesquels on trouve d'excellents articles sur Formose, ses aborigènes, son commerce, ses produits industriels et minéraux. Il y a là une source importante de renseignements. Cette omission nous étonne d'autant plus que M. Huart se trouvait, par sa situation même, en mesure de pouvoir obtenir tous ces documents de ses collègues anglais, dont il connaît d'ailleurs si bien la langue que plusieurs de ses mots et expressions sont beaucoup plus anglais que français. Pourquoi écrit-il partout *buffalo* pour *buffle*, pourquoi *pumices* pour *pierres ponces*, *arbres fougères* pour *fougères arborescentes*, d'*aisé accès* pour d'*accès facile?* Si ses traductions du chinois, dont il connaît, paraît-il, tous les secrets, sont impeccables, nous pensons qu'il aurait dû faire critiquer d'avance son manuscrit par des spécialistes pour ce qui concerne les parties scientifiques.

Quelque savant que soit un auteur, il ne peut prétendre aujourd'hui à être universel, surtout en ce qui concerne les sciences naturelles. Elles se sont tellement développées qu'il faut s'adresser à un grand nombre de savants, ne serait-ce que pour faire une liste complète des productions naturelles d'un pays scientifiquement déterminées. Si M. Huart, se défiant un

peu plus de lui-même, avait suivi cette méthode, nous n'aurions pas le regret de voir certaines erreurs déparer un ouvrage digne d'ailleurs de tout éloge. Un géologue lui aurait dit qu'anthracite est du masculin, et il n'aurait pas écrit " de la belle anthracite "; un mécanicien lui aurait fait remarquer que la vapeur ne sort pas du piston, mais bien du cylindre d'une machine; un physicien lui eût démontré que 92° du thermomètre Fahrenheit équivalent à 33° du thermomètre centigrade et non à 68°, comme il le prétend page 305. On voit par là qu'il n'y a pas été, car avec une pareille chaleur il n'en fût pas revenu. Un botaniste lui aurait appris que le palmier rampant connu des savants sous le nom de *Calamus rotang*, de son nom malais, s'appelle *rotin* en français et non pas ratang comme il l'écrit partout, sans doute par réminiscence de l'anglais *rattan*. Il l'aurait empêché de parler de noix de bétel quand il veut citer les noix d'arec, le poivrier bétel ne portant que de petits grains pareils au poivre. Il n'aurait pas comparé ce dernier à un palmier en le confondant évidemment avec l'aréquier. On lui aurait dit encore que les mangues ne sont pas, comme il l'affirme, les fruits du mangoustan, mais bien ceux du manguier, et il n'aurait pas accentué cette erreur en laissant imprimer au-dessous de la photogravure représentant ces arbres : " Mangoustans plantés par les Hollandais. " Il se serait moins étonné d'apprendre qu'il ne pousse pas de palmiers dans *Palm Island*, s'il avait réfléchi que le nom de cette île, située près de Keloung, lui vient du commissaire des douanes de ce port, l'Anglais J. L. E. Palm. Un Macaïste de Macao, ou même d'une des maisons de commerce de son poste de Canton, lui aurait aussi appris que les grosses oranges pamplemousses prennent leur nom anglo-portugais *Pumiloe* ou *Pomeloe* de *Pomo-melone*, et non du chinois comme il l'affirme. En effet, le fruit superbe du *Citrus decumana* s'appelle en chinois mandarin *Yeou-tzeu*, et en dialecte cantonnais *Lou-yeou*. Nous ne parlerons pas des coquilles trop nombreuses dans les noms latins; nous nous contenterons de remarquer qu'on eût pu les corriger dans un *errata* que nous avons cherché en vain à la fin du volume.

Toutes ces remarques ne portent en somme que sur la partie la moins importante et la plus courte de l'ouvrage. Les chapitres concernant l'histoire sont aussi complets qu'exempts d'erreurs. Celles que nous venons de relever ne diminuent en rien la valeur générale de ce travail, tellement considérable qu'il était fort difficile d'éviter de pareils accidents. En somme, le Ministère ne saurait trop encourager nos agents à l'étranger, ou les

voyageurs scientifiques, à produire de pareils travaux qui font grand honneur à notre pays. Ainsi que le faisait observer dernièrement à ce propos notre ami M. H. Cordier, dans la *Revue critique,* il est à remarquer que c'est à des Français qu'on doit les meilleures monographies sur la géographie de la Chine, et il cite entre autres : *La Province du Yunnan,* par E. Rocher; *L'Ile de Tsoung-ming,* du P. Havret, S. J.; nous y joindrons *La Province du Ngan-hoeï,* du même missionnaire, dont nous avons rendu compte dans la précédente livraison de cette *Revue.* Aucune de ces publications n'a pu malheureusement être illustrée avec le soin et la richesse que l'on trouve dans le beau volume sur Formose, auquel nous souhaitons la seconde édition qu'il mérite.

A.-A. Fauvel.

VIII

Géographie, Ve vol. *L'Expansion européenne. Empire britannique. Asie, Afrique, Océanie,* par le colonel Niox. 2e édition, avec carte et croquis. — In-8° de 466 pages. — Paris, Ch. Delagrave et L. Baudoin éditeurs, 1893.

Si nous ne sommes pas, comme on le prétend, à la hauteur des Allemands pour les connaissances géographiques, ce n'est certes pas faute de posséder d'excellents ouvrages et de non moins bons atlas, écrits et dressés par de savants géographes. Nous n'en voulons comme preuves que les publications bien connues du colonel, aujourd'hui général Niox. Moins chargées que les cartes sortant de la fameuse maison de Gotha, celles que le colonel a publiées récemment chez Delagrave sont beaucoup plus claires et non moins complètes, tout en étant, grâce aux perfectionnements des procédés typographiques, d'un prix beaucoup plus abordable. Nous venons de parcourir, avec tout l'intérêt qu'elle comporte, la nouvelle édition du cinquième volume de sa Géographie intitulée *L'Expansion européenne,* qui renferme la description sommaire et pratique de l'Empire britannique, de l'Asie, de l'Afrique et de l'Océanie. Cette nouvelle production, entièrement remaniée et complétée, est accompagnée d'une carte générale montrant les colonies des trois grandes puissances, France, Angleterre et Allemagne. Dans le corps de l'ouvrage, vingt-six croquis en noir servent à éclaircir le texte et en facilitent la compréhension. Nous y avons trouvé celui

de l'Indo-Chine, qui montre les frontières de l'Annam, du Tonquin et du Siam, telles que les réclame aujourd'hui l'ultimatum du gouvernement français au roi de ce pays. Les sources d'information sont aussi neuves que sérieuses : on en pourra juger quand nous aurons dit que ce qui concerne les colonies anglaises, en particulier la Péninsule malaise, a été puisé dans l'ouvrage publié par le Bureau des informations au Ministère de la guerre à Londres. D'un autre côté, les détails concernant l'Indo-Chine française ont été pris dans divers rapports fournis à notre École de guerre par un certain nombre d'officiers aujourd'hui attachés à cette École, anciens élèves du colonel et ayant servi en Cochinchine, Annam et Tonquin. Nous avons trouvé dans ce volume des détails peu connus, tels que les dispositions spéciales des contrats d'engagement pour les marins anglais ; des renseignements sur les derniers navires du gouvernement russe, construits de façon à pouvoir aller d'Arkangel à Wladivostok sans prendre de charbon en route, etc. En somme, excellent ouvrage d'instruction qui devrait se trouver dans toutes les mains.

A.-A. Fauvel.

IX

Landbouw krediet. — De landelijke spaar- en leengilden naar Raiffeisens stelsel *(Caisses rurales d'épargne et de crédit, d'apres le système Raiffeisen)*, door J. Ferd. Mellaerts, Pr. — Grand in-8°. IV-94 pages ; en vente chez l'auteur, 24, rue des Récollets, Louvain,

Sous le titre énoncé plus haut, M. l'abbé Mellaerts a fait paraître chez J.-B. Istas, à Louvain, un manuel destiné à propager les principes de Raiffeisen sur l'organisation du crédit agricole, et à servir de guide dans la constitution de caisses rurales d'épargne et de prêt.

Le crédit doit à la campagne être organisé sur des bases toutes différentes de celles des banques populaires urbaines. Tout d'abord, le terme de trois ou six mois, qui convient au petit commerçant, est évidemment insuffisant pour le cultivateur, celui-ci ayant besoin d'un an et plus pour rentrer dans les fonds qu'il engage dans la culture ou l'élevage. Ensuite il est certain que le cultivateur — et nous parlons surtout ici des petits et des moyens cultivateurs, qui forment l'immense majorité de notre population agricole — trouve difficilement du crédit

réel; en général, il est fermier, ses terres ne lui appartiennent pas, ou s'il est propriétaire, ses immeubles sont de mince valeur. Certes il a ses semences, ses récoltes, son bétail, qu'il peut donner en gage; mais ces objets, il devra souvent les consommer ou les retenir pour les besoins de l'exploitation, s'il veut en retirer quelque profit. D'ailleurs, l'expérience est là : pour le paysan, l'hypothèque est fréquemment le commencement de la ruine.

Reste le crédit personnel, le prêt fait à un cultivateur en raison de ses qualités professionnelles et morales. Mais où l'emprunteur trouvera-t-il une banque capable d'apprécier ces qualités, et qui soit à même de connaître toute une région agricole au point de prêter à tous ceux qui en sont dignes, et de refuser aux autres? Il faudrait une banque dans chaque commune, car au delà d'un très petit cercle on ne se connaît pas assez, le fait est évident. Toutefois une pareille banque ne pourrait jamais en pratique se constituer un capital social, faute d'actionnaires en nombre suffisant : en effet, si tous les cultivateurs possèdent en bétail, récoltes, etc., un capital très réel, peu ont de l'argent comptant à dépenser. Il y a bien les gros capitalistes; mais ils sont rares à la campagne, et d'ailleurs pense-t-on qu'ils consentiraient pour un mince profit à se charger de l'administration d'une banque? Ils préféreront prêter directement à leurs fermiers : moyen insuffisant, l'expérience encore une fois le prouve.

Il nous faut donc une banque qui puisse fonctionner sans capital social; qui trouve ailleurs des garanties pour ceux qui lui confieront en dépôt les fonds qu'elle emploiera dans ses opérations de prêt. Ce problème assez complexe est précisément celu que Raiffeisen a résolu.

La caisse, nous l'avons vu, ne peut offrir en garantie un capital social, qu'il serait d'ordinaire impossible de constituer (1) : il ne lui reste qu'à offrir la garantie solidaire de ses membres. Aussi sont-ils *tous responsables, sur tous leurs biens, des engagements sociaux*. Ce principe de la responsabilité illimitée a beaucoup retardé le progrès des idées de Raiffeisen; cependant il est indispensable, nous l'avons montré, et il est si peu dangereux que *jamais* une caisse rurale Raiffeisen *n'a fait faillite*, et cela

(1) En Allemagne et en Belgique, la loi exige que les membres de toute société coopérative — forme adoptée par les caisses rurales — possèdent au moins une action, mais sans fixer la valeur minimum de l'action; ce qui permet d'obéir au vœu de la loi tout en évitant les inconvénients signalés plus haut.

dans les pays les plus divers : en Allemagne, où il en existe près de trois mille ; en Italie, malgré la crise actuelle ; en Russie, en Autriche, etc. « Pendant les guerres de 1866 et 1870, lisons-nous dans la *Réforme sociale* des 16 août-1er septembre 1893, le commerce allemand ne trouvait plus de capitaux ; les fonds d'État étaient dépréciés... *Les caisses rurales, au contraire, étaient obligées de refuser l'argent qu'on les suppliait de prendre* SANS INTÉRÊT : c'est que... *jamais une caisse rurale à responsabilité illimitée n'a fait perdre un centime à ses créanciers, ni à ses sociétaires.* » En effet, si les membres, qui sont seuls admis à emprunter à la caisse, ont peu d'argent comptant, ils peuvent malgré cela être parfaitement solvables : ils doivent d'ailleurs donner caution ; et la caisse ne pouvant *jamais* faire d'opérations en dehors de la commune ou de la paroisse, les administrateurs sont fort bien placés pour juger de ceux à qui ils confient des fonds.

Étant tous solidairement responsables, ils ont grand intérêt à n'opérer qu'à coup sûr. Ajoutez-y que leurs fonctions sont toujours gratuites (le caissier seul est payé, mais ne peut être administrateur), et qu'ainsi, s'ils ont tout à perdre en faisant de mauvaises affaires, ils n'ont rien à gagner en en faisant beaucoup. Disons encore que les caisses parviennent assez vite à amasser un petit avoir : elles prêtent à un taux un peu plus élevé que celui de leurs propres emprunts, et le bénéfice provenant de ce chef forme un fonds, inaliénable autant que le permet la loi, qui sert aux affaires et paye les dettes s'il y en a.

La loi belge du 15 avril 1884 a édicté un ensemble de mesures organisant le crédit agricole. La Caisse générale d'épargne et de retraite est autorisée à avancer des fonds à 3 p. c. à des groupes responsables de propriétaires qui, réunis en sociétés et formant ce que la loi appelle des *comptoirs agricoles*, serviront d'intermédiaires entre la caisse et les particuliers : ceux-ci pourront obtenir des prêts à 4 p. c. Le bénéfice (1 p. c.) servira à couvrir les frais et à rémunérer les membres du comptoir.

Ce plan était fort beau, mais ce qui ne s'organisa pas, ce furent les comptoirs agricoles : presque personne ne voulut, à ce qu'il semble, prendre vis-à-vis de la caisse d'épargne une lourde responsabilité pour un si maigre profit ; si bien qu'après six ans, en 1890, il n'existait dans toute la Belgique que quatre comptoirs. Un seul, celui de Genappe, avait fait des affaires un peu sérieuses, et, chose très remarquable, les quatre comptoirs n'avaient fait ensemble que quatre prêts au-dessous de 1000 fr. ;

la plupart des prêts allaient de 1000 à 10 000 et plusieurs montaient à 50 000 francs.

La loi n'avait pas atteint son but, qui était de venir en aide avant tout au petit cultivateur.

L'auteur du livre dont nous parlons essaya de faire mieux. Très au courant des choses de la campagne, ayant depuis longtemps pratiqué les œuvres économiques rurales, encouragé d'ailleurs par MM. Helleputte et Schollaert, membres de la Chambre des Représentants, il rédigea un projet de statuts, en adaptant les règlements des caisses allemandes aux exigences de la loi belge sur les sociétés. Le but de l'auteur était d'obtenir pour une caisse rurale à fonder d'après le système Raiffeisen des avances de fonds, tout comme les comptoirs agricoles. Son avant-projet fut soumis au directeur de la Caisse générale d'épargne et de retraite, M. Mahillon. Celui-ci, après l'avoir étudié, et avoir indiqué quelques changements utiles, entreprit de se faire auprès de ses collègues l'avocat de cette nouvelle cause. Aidé, si nous ne nous trompons, de M. Paul de Smet de Naeyer, membre de la Chambre des Représentants, il parvint à les amener tous à son avis; et il fut résolu que les sociétés, organisées conformément aux statuts présentés, pourraient recevoir des avances de fonds jusqu'à concurrence de 15 000 fr., à 3 p. c. M. l'abbé Mellaerts passa vite de la théorie à la pratique, et fonda une caisse Raiffeisen à Rillaer, village de 2400 âmes, situé aux environs de Montaigu. Il ne dut pas d'ailleurs épuiser le crédit ouvert par la Caisse d'épargne. Les opérations commencèrent effectivement en décembre 1892; et voici quelques chiffres que nous relevons au bilan dressé au mois de septembre dernier.

Nombre des membres.	77
Nombre des emprunteurs	32
Recettes totales	17 768 67
Dépenses totales.	16 009 15
Sommes reçues en dépôt à 3 °/₀. . .	10 910 50
Sommes prêtées.	9 575 00

Il est bon de remarquer que la commune ne compte aucun grand cultivateur : nul d'entre eux n'y possède deux chevaux. Notons aussi que parmi les habitants qui furent heureux de confier leurs économies à des hommes qu'ils connaissaient bien,

parmi lesquels se trouvent le bourgmestre et plusieurs conseillers communaux, il y en eut quarante qui jamais jusque-là n'avaient osé placer leur argent à intérêt.

Depuis la fondation de la caisse de Rillaer, une société semblable s'est formée à Meeuwen près Maeseyck; une troisième se constitue à Vorst dans l'arrondissement de Turnhout.

On le voit, nous n'avons plus affaire à des conceptions simplement théoriques; mais il faut maintenant que le bien déjà fait se propage, et c'est pourquoi nous avons voulu exposer sommairement ici les principes fondamentaux du système Raiffeisen. Parmi les populations rhénanes, si semblables à nos populations flamandes, ils ont donné les résultats que l'on sait; ils seront, Dieu aidant, également féconds en Belgique.

Dans la première partie de son excellente brochure, M. l'abbé Mellaerts discute ces principes avec beaucoup de soin, de façon à les rendre clairs pour tous, et à en établir le bien-fondé. Il insiste également, et avec raison, sur l'idée que Raiffeisen eut en vue dans tous ses efforts, et qu'il réalisa parfaitement, à savoir le relèvement, non seulement matériel, mais moral, de la classe agricole, et le développement en elle de la vraie charité chrétienne.

Dans une seconde partie, il nous donne les statuts commentés, admis comme type par la Caisse d'épargne et de retraite.

Le livre est écrit dans un style net et clair, qui n'est pas dépourvu d'élégance dans sa sobriété.

L'auteur prépare en ce moment une traduction française de son petit ouvrage. Nous la croyons appelée à rendre les plus grands services dans les provinces wallonnes.

E. S.

REVUE

DES RECUEILS PÉRIODIQUES

BOTANIQUE.

La constitution de la matière vivante se retrouvant comme postulat au fond de toutes les questions biologiques, et celles-ci ne pouvant recevoir une solution complète qu'à la condition de remonter jusqu'à la cellule, véritable siège de toutes les manifestations vitales, il n'y a pas lieu de s'étonner de la part prépondérante faite dans les travaux scientifiques aux recherches sur l'organisation complexe de l'élément organique des êtres vivants.

Les multiples problèmes qui s'y rattachent n'ont jamais manqué de solutions et, lorsque celles-ci cadraient avec l'état de la science de l'époque, elles n'ont pas manqué de jouir d'une faveur méritée et d'exercer une influence heureuse sur les recherches ultérieures. D'autre part, étant donné le caractère essentiellement progressif des connaissances scientifiques, ces solutions ne sauraient être que provisoires; elles doivent constamment être remises en présence de l'ensemble des faits que l'analyse accumule rapidement, et subir l'épreuve de l'adaptation adéquate, sous peine de devoir disparaître ou de se plier à des remaniements plus ou moins profonds.

Constitution de la matière vivante. — Au jugement de plusieurs, la théorie des micelles de Naegeli serait entrée dans une de ces phases critiques d'inadaptation.

On sait que, suivant cette théorie, la matière organisée se ramènerait à des micelles. corpuscules de forme prismatique, cristallins, biréfringents, placés régulièrement les uns vis-à-vis des autres dans les trois directions de l'espace et libres de toute adhérence réciproque. Les micelles se toucheraient dans les matières organisées sèches. Lorsque celles-ci présentent une certaine quantité d'eau, comme il arrive toujours pendant la vie, ces micelles seraient entourés d'une atmosphère d'eau qui serait due à leur affinité plus grande pour ce liquide que pour eux-mêmes. L'épaisseur de cette atmosphère sur leur pourtour serait inversement proportionnelle aux dimensions de leurs axes et varierait d'ailleurs en raison directe de la quantité d'eau d'absorption. Cette épaisseur ne pourrait dépasser certaine valeur maxima sans distancer les micelles au delà des limites extrêmes entre lesquelles leur affinité réciproque peut s'exercer, et sans provoquer conséquemment la désorganisation de la matière.

Les micelles s'accroîtraient par juxtaposition à la façon des cristaux, et il s'en formerait de nouveaux dans les zones neutres entre les anciens, aux dépens des substances dissoutes dans les atmosphères aqueuses.

Ainsi s'expliquerait l'accroissement des substances organisées en même temps que leurs propriétés physiques, telles que leur biréfringence habituelle, leur grand pouvoir d'imbibition, la difficulté de les déshydrater complètement, la striation des membranes et des grains de fécule due à l'inégale attraction de l'eau par les diverses rangées de micelles, l'état colloïdal que prennent ces substances lorsque, par suite de l'absorption d'une trop grande quantité d'eau produite par une cause quelconque, les micelles, brisant leurs rapports dans les directions d'affinité plus faible, ne gardent plus que des relations linéaires qui expliquent aussi bien l'état visqueux de leurs solutions que leur faible pouvoir diosmotique, leur filtration difficile, etc.

Malgré l'inutilité possible de cette théorie micellaire pour l'explication de certains faits empiriques que l'auteur lui-même invoquait pour étayer sa doctrine, il semble qu'il serait encore actuellement bien difficile de s'en passer, quand on veut donner une interprétation rationnelle de l'ensemble des caractères qui distinguent la substance organisée.

Néanmoins Wiesner (1) ne tend à rien moins qu'à lui en

(1) J. Wiesner. *Die Elementarstructur und das Wachsthum der lebenden Substanz.* Wien, 1892.

substituer une autre. Frappé avant tout du processus de bipartition qui s'observe dans nombre d'éléments cellulaires visibles : bâtonnets chromatiques, noyau, sphères directrices, leucites, etc., et dans la cellule elle-même ; considérant en outre que tout ce qui est organisé vient de ce qui l'était antérieurement, et tenant compte de l'ignorance où nous sommes de tout autre mode de formation nouvelle de substance organisée que la division de celle-ci après accroissement, l'auteur se croit autorisé à conclure logiquement que les derniers éléments invisibles de la matière vivante sont eux-mêmes assujettis à la loi de la division qui semble dominer tout le monde organique.

Ces derniers éléments, formant de petits individus distincts, spécifiquement très divers et inaccessibles en tous cas à l'observation, ont reçu de l'auteur le nom de *plasomes*.

Ces plasomes susceptibles, grâce à leur contact avec les liquides cellulaires, de s'accroître par assimilation et de se diviser ensuite, seraient groupés sous les modes les plus divers dans la cellule pour la constituer ; semblables et réunis en grand nombre pour constituer des parties homogènes de la cellule, dissemblables et diversement groupés dans les parties hétérogènes ; en tous cas éminemment variés spécifiquement et capables d'engendrer, par leurs associations indéfiniment variables, des cellules aussi spécifiquement distinctes que les organismes eux-mêmes qui résultent des associations les plus diverses de cellules semblables ou dissemblables agencées d'abord en tissus, ceux-ci en organes, ces derniers en appareils, dont le groupement harmonique constitue l'individu vivant, dernier terme de l'organisation.

De même que les plasomes pourraient s'unir pour former des entités supérieures à eux-mêmes, comme les nucléoles, l'élément nucléinien, le noyau, les leucites, les membranes, etc., ils pourraient aussi se dissoudre et être éliminés de l'édifice cellulaire.

Il en résulterait que de même que la molécule représente la plus petite quantité de matière qui puisse exister à l'état de liberté, et l'atome la plus petite quantité de matière qui puisse entrer en combinaison, ainsi le plasome représente le plus petit corps de l'organisme qui soit susceptible d'assimiler, de croître et de se diviser. C'est lui qui devrait être considéré comme le dernier élément organisé de la plante, et non la cellule qui, vis-à-vis du plasome, est elle-même un véritable organisme.

On comprend sans peine quel parti l'auteur peut tirer de ces

vues pour leur application aux théories si controversées et si passionnantes qui ont cours actuellement sur la fécondation, les transmissions héréditaires, les origines de la vie, l'évolution des êtres, leur fin, etc.

Cette théorie est trop fraîche éclose pour que la critique en soit faite. Se substituera-t-elle à la théorie physico-moléculaire de Nägeli et de son école? Trouvera-t-on préférable de les concilier en conservant de l'une et de l'autre, pour les amalgamer, les parties les plus réfractaires à la critique? Une autre surgira-t-elle qui supplantera ses devancières? On peut s'attendre à tout dans ce domaine essentiellement spéculatif.

On pourrait peut-être déjà voir dans les idées de Altmann (1) une espèce d'hybride des deux théories qui viennent d'être rappelées.

Conduit par sa technique à reconnaître que la matière cellulaire se résout en une infinité de corpuscules ronds, l'auteur cité considère ceux-ci comme les organes élémentaires des cellules et les désigne conséquemment sous le nom de *bioblastes;* organismes qui, dans l'hypothèse de Wiesner, devraient être considérés comme des groupements autonomes de plasomes nombreux, mais qui, dans l'idée d'Altmann, seraient plutôt de nature cristalline, bien qu'il lui semble invraisemblable qu'ils puissent prendre naissance de toute pièce aux dépens du liquide ambiant. Ils se multiplieraient plutôt par division, ce qui paraît difficilement conciliable avec la nature cristalline qu'il leur assigne.

D'après lui, les bactéries seraient des bioblastes isolés, des *autoblastes,* eu égard à l'autonomie dont ils jouissent. Les cellules des organismes supérieurs seraient des colonies de bioblastes variés, ou plutôt de *cytoblastes,* par opposition aux autoblastes. Une cellule serait comparable à une zooglée, à part l'hétérogénéité des bioblastes qui s'observerait dans la première, non dans la seconde.

Ces vues, plus encore que les précédentes, auraient besoin d'être confirmées. Si elles l'étaient, elles ne pourraient en tout cas revêtir les caractères d'une conception générale sur la constitution dernière de la substance organisée, mais elles constitueraient un appoint considérable pour la théorie de Wiesner dont elles élargiraient la base expérimentale en démontrant qu'aucun des éléments visibles de la cellule n'échappe à la loi de division.

(1) R. Altmann. *Die Genese der Zelle.* 1887. — *Die Structur des Zellkerns.* 1889. — *Die Elementarorganismen.* 1890.

Structure du protoplasme. — Les opinions sur la constitution élémentaire de la substance organisée laissent intactes les questions relatives à la structure spéciale du protoplasme.

On sait que la plupart des biologistes sont d'accord pour lui reconnaître une structure qui, pour être moins complexe que celle que Fayod leur attribue et dont les traits essentiels ont été brièvement résumés ici-même (1), ne saurait en aucune façon être assimilée à la structure purement vacuoleuse ou mousseuse d'une émulsion. Tout au moins lui assigne-t-on une structure réticulée consistant essentiellement en un système de fibrilles anastomosées de plastine que baignent de toutes parts les fluides cellulaires chargés des substances les plus diverses dissoutes ou tenues en suspension.

Malgré la faveur de cette conception, dont il ne semble plus possible actuellement de se passer, particulièrement pour l'explication des phénomènes d'irritabilité et de contractilité, Bütschli (2), reprenant l'opinion des anciens auteurs, voudrait n'y voir qu'une émulsion de substances diverses analogue pour l'aspect aux émulsions que l'on peut produire dans certaines circonstances et qu'il réalise, en vue d'étayer les idées qu'il patronne depuis quinze ans, en faisant diffuser dans l'huile d'olive vieille du sucre, du sel marin ou mieux du carbonate de potasse.

Ces substances finement pulvérisées et mélangées en bouillie épaisse avec l'huile sont mises dans une goutte d'eau sous le microscope. Par suite de la diffusion de la solution de l'une ou l'autre de ces substances dans l'huile, il se forme dans celle-ci des bulles aqueuses qui lui donnent l'aspect d'une substance mousseuse. En coupe optique, la masse présente un système de mailles polygonales à nœuds épaissis offrant beaucoup d'analogie avec ce qui s'observe dans le protoplasme vivant. De plus, des mouvements se produisent dans les vacuoles ainsi formées et peuvent durer longtemps.

Sans discuter ces analogies superficielles, on peut dire que comparaison n'est pas raison. Ces expériences peuvent intéresser vivement au point de vue des phénomènes physiques qu'elles provoquent; mais nous doutons qu'elles puissent servir de base à l'explication rationnelle des propriétés vitales les plus essentielles du protoplasme.

(1) *Revue des questions scientifiques*, janvier 1893, pp. 304-305.
(2) Bütschli. *Ueber die Structur des Protoplasmas*. Heidelberg, 1890.

Membrane plasmatique. — Un conflit s'est élevé entre Pfeffer et de Vries, au sujet de l'origine de la membrane plasmatique.

Pour de Vries et son école, cette membrane ne se formerait jamais de toutes pièces; elle ne serait jamais que la continuation d'une membrane préexistante qui se compléterait en s'accroissant dans les cas de division. Il en serait de même des vacuoles, dont la surface périphérique représenterait en quelque sorte une membrane interne du protoplasme. Les vacuoles ne se multiplieraient conséquemment jamais que par division.

Ces idées sont vivement combattues par Pfeffer (1), qui attribue au protoplasme le pouvoir d'élaborer une membrane là où elle fait momentanément défaut dans les cas de division normale ou de partition accidentelle quelconque de la cellule. L'apparition des vacuoles ne serait non plus qu'un phénomène purement physique dû à l'introduction et à la localisation des solutions aqueuses au sein du protoplasme, celui-ci fût-il même chloroformisé. On pourrait les faire naître à son gré en provoquant la dissolution dans l'eau de fragments de substances inoffensives préalablement englobés dans le protoplasme des plasmodes, circonstance qui amène la formation d'une vacuole autour de chacun des fragments incorporés, comme l'auteur l'a réalisé dans le plasmode de *Chondrioderma difforme.*

D'après le même savant (2), l'absorption et l'expulsion des corps solides par le protoplasme seraient dues à une cause purement mécanique, comme la pression ou la résistance de ces corps à la progression des plasmodes. Ce ne serait pas, comme on est porté à le croire généralement, le fait d'une excitation chimique, ou d'une excitation de contact. Ce qui le prouverait, c'est l'indifférence absolue des plasmodes de *Chondrioderma difforme,* sur lesquels l'auteur a expérimenté pour les substances les plus diverses, vivantes ou inertes, solubles ou insolubles, qui traversent également l'hyaloplasme, passent dans les vacuoles et sont expulsées du plasmode après un temps variable, quelle que soit leur nature.

Il en serait de même des corps solides inclus dans le protoplasme des cellules qui présentent une membrane distincte. Le passage de ces substances du protoplasme dans les vacuoles et inversement serait un fait purement mécanique.

(1) W. Pfeffer. *Ueber Aufnahme und Ausgabe ungelöster Körper.* 1890.
(2) Id. *Zur Kenntniss der Plasmahaut und der Vacuolen,* etc. 1890.

Ces questions sont délicates et astreignent à des observations difficiles. Il n'y a donc pas lieu de s'étonner des solutions contradictoires qui leur sont données actuellement. La lumière se produira plus tard, pourvu qu'on veuille continuer ces études que fort peu d'auteurs ont eu le mérite d'aborder récemment.

Protoplasme des vaisseaux. — La résorption du protoplasme dans les trachéides, après la lignification de la membrane, et dans les vaisseaux, après la disparition des parois transversales, serait, d'après Lange (1), beaucoup moins rapide et moins complète que ne l'admet l'opinion commune.

Le protoplasme partiellement conservé et parfois fusionné entre les diverses cellules constitutives d'un vaisseau jouerait même, d'après Lange, un rôle dans l'assimilation et la migration des substances nutritives.

Influence du noyau sur le protoplasme. — S'il est vrai qu'il faille reconnaître au noyau une influence très considérable sur l'accroissement et la vitalité du protoplasme, on ne pourrait cependant, sans exagération, considérer cet élément cellulaire important comme absolument indispensable à la production de tous les phénomènes vitaux. Comme il arrive souvent, ce n'est pas dans les opinions extrêmes formulées à ce sujet qu'on devrait chercher l'expression de la vérité.

Chez les amibes dépourvues de leur noyau, Hofer (2) constate de notables modifications dans leurs facultés locomotrices et digestives; mais il ne se croit pas autorisé à affirmer que les manifestations vitales doivent cesser rapidement.

Palla (3), après avoir provoqué par plasmolyse, dans des cellules diverses, la segmentation du protoplasme en plusieurs globules, remarque que ceux-ci sont néanmoins tous aptes à s'entourer d'une membrane, qu'ils soient ou non dépourvus de noyau.

Gerassimoff (4) observe que les cellules de *Sirogonium* et de

(1) Th. Lange. *Beiträge zur Kenntniss der Entwicklung der Gefässe und Tracheider.* Flora. 1891.

(2) Hofer. *Experimentelle Untersuchungen über den Einfluss des Kernes auf das Protoplasma.* Jenaische Zeitschr. fur Naturwissenschaft, XXIV.

(3) Palla. *Beobachtungen über Zellhautbildung an des Zellkernes beraubten Protoplasten.* Flora, 1890.

(4) Gerassimoff. *Einige Bemerkungen über die Function des Zellkerns.* Bulletin de la Société impér. des Naturalistes de Moscou, 1890.

Spirogyra qui accidentellement manquent de noyau, ne se distinguent en rien d'abord des cellules voisines qui sont pourvues de cet organe.

Elles s'accroissent dans une certaine mesure, présentent les mouvements protoplasmatiques habituels et produisent même dans des conditions favorables une certaine quantité de fécule. Seulement ces cellules se montrent incapables de se diviser; elles se montrent plus sensibles aux influences défavorables, les parasites les envahissent de préférence aux autres, elles sont nécessairement vouées à une mort prématurée.

De toutes ces observations il résulte que le protoplasme privé de noyau, sans être assujetti à une destruction immédiate, est néanmoins gravement atteint dans sa vitalité; ses manifestations physiologiques se modifient et s'atténuent; il ne saurait avoir de descendance.

Accroissement cellulaire. — En faisant dépendre essentiellement l'accroissement cellulaire de la turgescence et de l'extensibilité de la membrane, Wortmann semble avoir certainement exagéré le rôle de ces facteurs incontestés du phénomène en question.

Askenasy (1) a prouvé que la turgescence dans les cellules des racines de maïs n'est pas moindre à de basses températures, auxquelles leur allongement ne se produit plus, qu'à une température plus élevée, à laquelle l'allongement se traduit avec le plus d'intensité. On ne s'expliquerait pas que la turgescence fût le facteur principal d'un phénomène qui diminue d'intensité ou cesse complètement dans des circonstances qui sont absolument sans action sur elle.

Dans ses expériences sur le *Phaseolus multiflorus*, Godlewski (2) démontre également que, lorsqu'une jeune tige est remise à la lumière après avoir été étiolée à l'obscurité, l'accroissement qui se produit dans ses diverses parties n'est nullement en rapport avec les modifications de turgescence et d'extensibité des membranes produites dans ces parties par l'étiolement.

Il faut donc, de l'avis de ces auteurs, reconnaître au phénomène de l'accroissement, outre la turgescence qui reste une condition *sine qua non*, un autre facteur qui soit sous la dépen-

(1) Askenasy. *Beziehungen zwischen Wachstum und Temperatur*. Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, 1890.

(2) Godlewski. *Die Art und Weise der das Wachstum retardierenden Lichtwirkung und die Wachstums Theorien*, 1890.

dance immédiate des agents extérieurs tels que la lumière, la chaleur, l'humidité, la pesanteur, etc.

Ce ne peut être que le protoplasme, manifestant des propriétés restées jusqu'ici inconnues.

C'est aussi la conclusion à laquelle arrive Zacharias (1), à la suite de ses recherches sur la formation et l'accroissement de la membrane chez le *Chara fœtida*.

Peut-être est-ce aussi à une influence encore énigmatique sur le protoplasme qu'il faut attribuer l'action directrice exercée sur les tubes sporangifères de *Phycomyces nitens* en voie de croissance, par des substances telles que le fer sous tous ses états, le zinc, l'aluminium, parmi les métaux ; la cire à cacheter, le soufre, le bois, la colophane, la soie et beaucoup d'autres substances variées que Elfving (2) énumère; mais à l'exclusion d'une foule d'autres corps avec lesquels l'auteur de ces recherches a expérimenté sans obtenir de résultat.

Les tubes sporangifères eux-mêmes exerceraient entre eux une faible action répulsive.

Sans pouvoir d'ailleurs préciser autrement la nature de cette influence, Elfving s'est assuré qu'elle n'est pas d'ordre magnétique.

Alph. Meunier.

SYLVICULTURE

—

La " maladie du rond „ dans les forêts de pin maritime. — On appelle *maladie du rond*, dans les pignadas ou forêts de pin maritime, un dépérissement qui commence par un ou deux arbres, et gagne leurs voisins de proche en proche, suivant un espace sensiblement circulaire et qui va toujours s'agrandissant.

On semble assez d'accord pour admettre que la maladie et la mort des arbres ainsi atteints provient non de la piqûre d'un insecte, mais de la naissance et du développement d'un ou de

(1) Zacharias. *Ueber Bildung und Wachstum der Zellhaut bei* Chara fœtida. Berichte der deutschen bot. Gesellschaft, 1890.

(2) Fr. Elfving. *Sur une action directrice qu'exercent certains corps sur les tubes sporangifères de* Phycomyces nitens. Annales de l'Institut Pasteur, 1890.

plusieurs champignons microscopiques : *Trametes, Agaricus melleus,* et principalement *Rhizina undulata.* Mais quelle est la cause qui amène la naissance et le développement du meurtrier cryptogame? Et pourquoi atteint-il les arbres suivant un espace circulaire? Enfin quel est le moyen de combattre le mal?

M. le marquis de Tristan fait observer (1) premièrement que la maladie du rond se produit presque invariablement à la suite de feux allumés, soit par les bûcherons dans l'intérieur de la forêt, soit par les cultivateurs sur les propriétés riveraines. C'est ordinairement deux ou trois ans après que le mal fait son apparition. L'auteur croit, avec M. de la Boulaye, que la production des sels alcalins dus aux cendres des feux d'ouvriers favorise la naissance du mycélium en faisant éclore les spores charriés dans l'atmosphère. Ce mycélium, de couleur blanche, se propagerait peu à peu sous terre, par rayons sensiblement rectilignes, autour du centre de première formation, en s'attaquant aux racines des arbres, ce qui expliquerait que les parties de forêts attaquées fassent taches en forme circulaire, et aussi que, parfois, quelques arbres restent sporadiquement indemnes dans l'intérieur du rond. On comprend également par là que, en cernant les parties de forêts atteintes par des fossés de 80 centimètres de profondeur et de 50 à 60 centimètres de largeur, on puisse arrêter net la propagation du mal, si l'on s'y est pris en temps utile, c'est-à-dire dans les débuts de la maladie.

L'auteur la combat efficacement aussi par des dilutions de sulfocarbonate de potassium ou par le sulfate de cuivre répandus dans de petites rigoles creusées soit autour des foyers de la maladie, soit autour de chaque pied encore en bon état de végétation, mais présumé atteint par le mycélium.

Ce serait dans les terrains légers et exclusivement siliceux que le mal se propagerait le plus facilement; il serait moins fréquent dans les sols argilo-siliceux et surtout argileux ou compacts : cependant, il arrive souvent qu'il n'y est que retardé à la suite de feux allumés dans le voisinage.

Enfin, autre remarque importante, bien que la maladie du rond ne se déclare pas dans les pineraies peuplées de pins autres que le pin maritime, elle s'attaque fort bien aussi aux pins sylvestres quand elle en rencontre sur sa route.

(1) *Rev. des Eaux et Forêts,* juin 1892.

Le gland du chêne rouvre et le gland du chêne pédonculé. — Le chêne rouvre *(Quercus robur, Q. sessiliflora,* Smith.) et le chêne pédonculé *(Q. pedunculata,* Ehrh.), quoique peu dissemblables d'aspect, sont cependant de tempérament très différent. Celui-ci se plaît dans les plaines et le fond des vallées fraîches et humides, s'accommode même des sols marécageux; celui-là, arbre des coteaux, des contreforts des montagnes et des hauts plateaux, ne saurait prospérer dans les terres fortes et humides à l'excès.

Il est donc de la plus grande importance, lorsqu'on a des semis de chêne à faire, de pouvoir distinguer facilement, parmi les glands débarrassés de leur cupule, quels sont les glands du chêne rouvre et quels sont ceux du chêne pédonculé.

D'après M. Roulleau, inspecteur des forêts au Mans (Sarthe), comme d'après la maison de graines forestières et fourragères Henri Keller fils, de Darmstadt (Hesse) (1), cette distinction, facile à faire, repose sur la particularité suivante :

La superficie du gland du chêne pédonculé est toujours striée de raies longitudinales, nombreuses, rapprochées, à peu près équidistantes, qui se maintiennent de la base au sommet et affectent toujours une nuance notoirement plus foncée que le surplus de la surface péricarpienne. L'intervalle qui les sépare varie, suivant la grosseur du gland, de 3 à 4 millimètres; elles-mêmes ne dépassent pas une largeur de 1/2 millimètre. Ces raies sont plus difficilement visibles quand le gland est sec; mais alors, en le trempant dans l'eau, elles redeviennent aussitôt très apparentes.

Rien de semblable sur le gland du chêne rouvre, autrement dit à fruits sessiles. Si, par exception, on y aperçoit quelques raies longitudinales, elles sont peu accentuées, peu nombreuses et, en tout cas, n'atteignent jamais, comme au pédonculé, le sommet du fruit; d'ailleurs le fait est assez rare, et sur la plupart des glands de rouvre, on n'aperçoit aucune strie longitudinale.

Réveil et cessation de l'activité du cambium dans les arbres. — On sait que la période d'activité de la végétation, dans les climats tempérés de notre hémisphère, a lieu d'avril à octobre. M. Émile Mer, professeur à l'École forestière de Nancy, a recherché dans quelles conditions se réveille, dans les arbres,

(1) *Rev. des Eaux et Forêts,* novembre et décembre 1892.

l'activité du cambium, comment elle se comporte en son plein, comment a lieu son extinction (1).

Il résulte de ses observations les constatations suivantes :

1° En ce qui concerne le réveil de l'activité cambiale :

a) Dans les arbres formant massif, celle-ci commence par les pousses les plus jeunes des rameaux et de la tige, s'étend ensuite, tantôt successivement, tantôt presque simultanément, dans les parties plus âgées des branches et dans les régions médiane et basse de la tige, ne débutant que 10 à 15 jours plus tard dans les racines en commençant à la base des plus grosses, puis dans les moyennes, puis dans les radicelles; on peut dire ainsi que la marche de l'activité du cambium est basipète dans la partie aérienne des arbres et basifuge dans la partie inférieure.

b) Dans les arbres ayant crû à l'état isolé, les choses se passent de même, sauf cette particularité, que le renflement plus ou moins volumineux qui, par suite de cet état isolé, se développe aux attaches des grosses branches sur la tige, est le siège d'un développement du cambium presque simultané avec celui des extrémités.

2° En ce qui concerne la période de plus grande activité du cambium :

a) Cette plus grande activité ne se manifeste pas suivant une allure uniforme. En général elle montre plus d'intensité sur les points où elle s'est réveillée en premier lieu ; et dans les arbres forts et vigoureux le maximum d'intensité est à la partie inférieure de la tige, tandis que, dans les sujets faibles et peu rameux, c'est à la cime que se concentre l'activité cambiale, et les couches ligneuses ainsi formées varient d'épaisseur en proportion.

b) En outre, l'allure de cette activité n'est pas constante dans une région donnée, et parfois c'est pendant le premier mois qui a suivi le réveil qu'elle a le plus fonctionné, la couche d'accroissement étant déjà formée pour la plus grande partie. Il s'ensuit une certaine variété dans la structure du tissu ligneux, plus large avec une paroi plus mince d'abord, et *vice versa* ensuite.

c) La seconde période d'activité du cambium paraît terminée dans le courant du mois d'août; son énergie paraît alors affaiblie, quasi épuisée. Ce n'est donc pas l'abaissement de la température qui amènerait l'atténuation de l'activité cambiale, prélude de son extinction ; elle serait soumise à une loi de périodicité interne.

(1) *Rev. des Eaux et Forêts*, juin 1892.

3° En ce qui concerne l'extinction de l'action du cambium ;

L'activité cambiale s'éteint progressivement à la fin de l'été, mais dans un ordre différent de son réveil. Elle disparaît d'abord de la cime, puis des branches les moins vigoureuses, en commençant par la base et finissant par l'extrémité. Dans les arbres isolés, c'est au niveau du renflement de la base des branches qu'elle persiste le plus longtemps. Dans le tronc ou tige, elle s'arrête d'abord au sommet, puis au milieu, puis enfin à la base. Dans les racines, elle s'éteint d'abord dans les radicelles, puis dans les branches, et persiste dans la souche quinze jours encore après qu'elle s'est arrêtée dans la partie aérienne de l'arbre. Ainsi c'est dans la souche que l'action du cambium se réveille le plus tôt et s'endort le plus tard, ce qui explique le grand développement de la souche dans les arbres vigoureux.

La teneur en tanin du châtaignier comparée à celle du chêne. — Les deux essences forestières les plus riches en tanin, dans les climats tempérés, sont le chêne ou mieux *les chênes* et le châtaignier.

Il résulte des recherches et des dosages exécutés par M. Henry, professeur à l'École forestière de Nancy (1), que, dans le châtaignier comme dans les chênes, la teneur en tanin, du bois comme de l'écorce, va en diminuant de la base au sommet de la tige ; que, de toutes les parties de l'arbre, c'est l'aubier qui en contient le moins, et que, dans le bois parfait, cette teneur va en diminuant des couches extérieures vers le centre; qu'elle est très faible dans les petites branches de 3 à 4 centimètres de diamètre, ne dépassant pas 2 1/2 p. c., et sensiblement plus élevée dans les ramilles (1 centimètre de diamètre et au-dessous) où elle peut atteindre jusqu'à près de 7 p. c.; enfin que, toutes autres choses égales, un arbre aura son bois d'autant plus riche en tanin que ses couches annuelles seront plus larges, ce qui suppose que sa cime sera restée plus ample, plus isolée et partant plus éclairée.

Mais où se manifeste la différence entre la valeur tannifère des deux essences, c'est que tandis que, dans le chêne, l'écorce est toujours plus tannifère que le bois parfait pris au même niveau, c'est le contraire pour le châtaignier. Ainsi un châtaignier donnant 10 p. c. de tanin à l'écorce, 7,1 p. c. à l'aubier, et moyennement 11,96 (autant dire 12) p. c. dans le bois parfait (2), un chêne, dans

(1) *Rev. des Eaux et Forêts*, septembre 1892.

(2) 15,4 p. c. aux couches extérieures, 12,4 p. c. aux couches intermédiaires, 8,1 p. c. au bois central.

des conditions analogues, donne 10 p. c. à l'écorce, 2,1 p. c. à l'aubier et seulement 7,7 p. c. au bois parfait (1). Ainsi, à âge égal, les deux essences ont le même taux de tanin à l'écorce; mais l'aubier du châtaignier en a trois fois plus que l'aubier du chêne, et le bois parfait un bon tiers en plus.

Ces résultats ont, en outre de leur intérêt scientifique, un intérêt industriel : le tannage du cuir emploie non seulement l'écorce du chêne, mais encore, pour le tannage dit accéléré, les souches et les grosses branches des arbres de cette essence. Quant au tanin du châtaignier, il est très recherché pour la teinture en noir, notamment par la teinturerie lyonnaise, et pour la fabrication de l'encre.

Teneur en soude et potasse des cendres de bois. — Les cendres de bois, riches en potasse, peuvent être employées utilement comme engrais dans les terres argileuses et siliceuses, et même dans des sols calcaires.

Les teneurs en tant pour cent de soude et de potasse des cendres de diverses essences de bois, sont moyennement les suivantes :

Chêne	9.44 p. c.	Bouleau	12.72 p. c.	Hêtre	17.10 p. c.
Châtaignier	10.11 „	Sapin	13.98 „	Mélèze	17.52 „
Charme	11.30 „	Pin sylv.	15.48 „	Orme	24.68 „

Les cendres de bois, non lessivées, désacidifient les prairies marécageuses et font périr les mousses (2).

Toxicité de l'If. — Connue de tout temps, la toxicité de l'if n'a été expérimentée que depuis peu, et l'on ne paraît pas entièrement d'accord sur sa généralité. Les uns ont prétendu que la feuille de l'if mâle était seule vénéneuse (V. Vortley), tandis que les expériences de M. Ch. Cornevin démontreraient la toxicité de l'if femelle. Ce dernier explique cette contradiction par l'âge des feuilles : jeunes encore, d'un vert clair et de consistance tendre, elles seraient peu dangereuses pour le bétail. Elles revêtiraient leur caractère vénéneux en prenant la teinte vert foncé et la consistance coriace de l'âge adulte (3).

M. Vortley aura, sans doute, expérimenté l'if mâle sur des feuilles adultes, et l'if femelle sur des feuilles naissantes, tendres encore de consistance et de nuance.

(1) Moyenne de 9.6, 7.1 et 6.4 p. c.
(2) *Cosmos*, n° 424 (11 mars 1893).
(3) *Ibid.*, n°s 410 (3 décembre 1892) et 423 (4 mars 1893).

Influence funeste, pour la végétation forestière, de l'enlèvement des feuilles mortes sous bois. — Personne n'ignore combien l'enlèvement des feuilles mortes, sous bois, est profondément préjudiciable à la croissance des arbres et des brins de rejet, de toute la végétation ligneuse en un mot. Mais il était intéressant de le constater par des expériences méthodiques et précises. C'est ce qui a été fait dans des forêts de hêtres des environs de Trèves et de Stettin sous la direction de M. le Dr Schwappach, directeur de la Station de recherches forestières de Prusse. M. G. Hüffel, inspecteur-adjoint des forêts, chargé de cours à l'École forestière de Nancy, a publié, dans la *Revue des Eaux et Forêts* (1), ces curieuses et remarquables expériences.

Elles ont été faites sur différentes places d'essai, d'égale étendue, les unes en sol médiocre, les autres en sol fertile. Ici, en sol médiocre, on a gardé une place intacte, tandis qu'on enlevait les feuilles tous les ans sur la suivante, tous les deux ans sur une troisième, tous les quatre ans sur une autre, enfin tous les six ans sur la dernière; là, en bon sol de plaine, on a, à côté d'une place laissée intacte, enlevé la couverture de feuilles mortes tous les ans pendant dix-huit ans. La première expérience a été suivie pendant dix-sept ans.

On a, par des mensurations rigoureuses, déterminé l'accroissement annuel en matériel ligneux sur chaque place d'essai, et les résultats constatés peuvent se résumer ainsi:

Sur le sol médiocre, dans un massif de hêtres âgés de 74 ans au début des observations, la perte de production en matériel ligneux a été :

Là où on a enlevé les feuilles mortes tous les ans, de 51 p. c.; là où on les a enlevées tous les deux ans, de 40 p. c.; là où on les a enlevées tous les quatre ans, de 22 p. c.; là où on les a enlevées tous les six ans, de 9 p. c.

Sur le sol fertile, dans un peuplement de hêtre âgé de 50 ans, au début la perte de produit résultant de l'enlèvement annuel de la couverture a été de 25 p. c.; dans un peuplement de 77 ans, elle a été de 21 p. c.; enfin, dans un peuplement de 74 ans, elle a été de 11 p. c.

Conclusions :

1° L'enlèvement des feuilles mortes est plus nuisible sur les terrains pauvres que sur les sols fertiles, et peut, sur les premiers, diminuer la production du bois de plus de moitié ;

2° L'influence de cette pratique est d'autant plus funeste qu'elle est plus souvent et plus longtemps répétée;

3° Les jeunes peuplements semblent en souffrir relativement plus que les autres;

4° et subsidiairement: La quantité de feuilles mortes récoltées varie, sur même surface, à même essence et même âge, du simple au double et même davantage, suivant la fertilité du sol.

Les « branchettes » ou ramilles des arbres et rejets forestiers, employés comme fourrage. — La réserve alimentaire des végétaux ligneux qui s'y emmagasine en automne, à la chute des feuilles, est surtout abondante dans les *branchettes,* autrement dit dans les ramilles ou extrémités des plus jeunes branches. Cette réserve y est riche principalement en matières azotée, sucrée, grasse et amylacée, toutes substances nutritives pour les animaux, tandis que le bois parfait, au contraire, est presque exclusivement constitué par de la cellulose durcie plus ou moins incrustée de matière minérale. Aussi les essais qui ont été faits pour alimenter le bétail avec du bois pulvérisé, comme la sciure provenant des scieries, par exemple, n'ont-ils donné aucun résultat satisfaisant.

Il en est tout autrement des expériences faites par M. Ramann, professeur à l'Institut forestier d'Eberswald, sur des brins de fagot dont le diamètre n'excédait pas un centimètre au gros bout, et qui, déchirés et divisés au concasseur, additionnés de 1/100 de malt, arrosés d'eau chaude (vinasse ou barbotage de son), puis mis à fermenter pendant une durée d'un à trois jours, suivant les conditions extérieures, à une température maintenue entre 60 et 70 degrés, ont donné un produit que tous les animaux de ferme acceptent sans difficulté. Il a été constaté également que cet aliment est bien digéré par le bétail et que, à poids égal, il est aussi nutritif que la paille sinon davantage; enfin qu'il ne nuit aucunement à la production du lait chez les vaches laitières (1).

M. Grandeau, qui a fait connaître en France les résultats de ces constatations d'agronomes allemands (MM. Ramann, Iena et de Salich), ajoute que la récolte des " branchettes „ en forêt n'enlève rien à la valeur d'une exploitation forestière. Il y a ici, croyons-nous, une réserve à faire: s'il s'agit d'opérer cette

(1) M. Grandeau, professeur d'agronomie à l'École forestière de Nancy, dans le journal *Le Temps,* octobre 1892.

récolte dans des parties exploitables et sur le point d'être exploitées, rien de plus vrai, la ramille n'ayant guère, comme bois, qu'une valeur insignifiante ou nulle. Mais s'il s'agissait de jeunes recrus, ayant de longues années encore à attendre avant d'être exploitables, cet enlèvement périodique des extrémités contenant la meilleure part de la réserve alimentaire, ne pourrait qu'affamer les tiges et rejets et entraver gravement leur croissance.

La vulcanisation des bois. — Les procédés de préservation du bois par carbonisation extérieure, créosotage, injection au sulfate de cuivre ou à d'autres sels, seraient-ils sur le point d'être abandonnés pour faire place à un procédé plus perfectionné et plus efficace?

Les Américains emploieraient avec succès, depuis quelques années, le procédé de vulcanisation du colonel Haskin, consistant à soumettre les pièces de bois, enfermées dans un récipient hermétiquement clos, à une haute pression d'air surchauffé à une température variant de 300° à 700° C, suivant les essences à traiter. La durée de l'opération est de huit heures pour les bois tendres et varie de dix à vingt heures pour les bois durs.

La chaleur pénétrerait la masse entière du bois et, sans lui faire rien perdre de ses propriétés chimiques, y produirait, dans toutes ses parties, les mêmes résultats que la carbonisation sur une épaisseur superficielle qui ne dépasse pas 3 centimètres.

Pour opérer l'injection à un sel quelconque, on commence par retirer du bois les antiseptiques qu'il renferme naturellement, pour les y réintroduire ensuite sous d'autres formes. Par le procédé Haskin, l'albumine, sous l'action de l'élévation de température, se coagule dans les cellules dont elle consolide et protège les parois, tandis que, par la même cause, se trouvent détruits tous les germes vivants dont la présence menace constamment la fibre ligneuse. De plus, la résistance mécanique du bois se trouverait accrue de 21 p. c. dans le sens de la rupture transversale et de 23 p. c. dans le sens de la résistance à la traction, d'après les expériences de M. Trauwtein, professeur de technologie à l'Institut de Hoboken.

Des traverses de chemins de fer en bois ainsi traitées n'auraient subi, à New-York, aucune détérioration depuis six ans. Les bois destinés à l'ébénisterie acquerraient un grain magnifique et leurs nuances en seraient fortement avivées (1).

(1) *La Nature*, citée par le *Cosmos*, n° 399 (17 septembre 1892).

Sans contester la réalité du fait, nous nous demandons comment des pièces de bois peuvent supporter une température de 300° à 700° centigrades, sans sortir du récipient entièrement carbonisées.

Le bois fondu. — En soumettant à une forte pression, combinée avec une haute température, des copeaux ou de la sciure de bois dans un creuset hermétiquement fermé et à l'abri de tout contact avec l'oxygène de l'air, MM. Lenoir, maire de Semur (Côte-d'Or), et Bizouard, ingénieur électricien, obtiennent une matière liquide qu'ils appellent *bois fondu*. Ce liquide se solidifie en se refroidissant, et conserve, une fois solidifié, l'empreinte de toutes les formes, des plus minimes détails du moule dans lequel il s'est formé ou a été versé. Le corps solide ainsi obtenu a l'aspect d'une substance noire, polie, lourde, rigide, difficile à entamer au couteau. Cette couleur noire, qui donne au produit quelque ressemblance avec l'ébène, serait aisément modifiable, et l'on pourrait lui affecter telle couleur qu'on voudrait.

Les inventeurs ne font pas connaître le secret de leur procédé de fabrication. Ils se préparent, paraît-il, à élever une usine pour la production du *bois fondu* qu'ils affecteraient spécialement à la confection des caractères d'imprimerie (1).

Assainissement des terres marécageuses par l'Épicéa. — Les végétaux ligneux en général, et plus particulièrement les arbres résineux, contribuent à l'assainissement des terrains qu'ils occupent quand ceux-ci sont marécageux ou humides à l'excès. Parmi tous les résineux, l'Épicéa *(Picea excelsa,* Link.) paraît le plus favorable à ce résultat, en ce qu'il s'accommode, mieux que tout autre conifère, des sols où l'humidité surabonde et reste stagnante.

Un exemple remarquable du fait peut être observé en Belgique, dans un massif d'épicéas créé, il y a 37 ou 38 ans, par M. Ernest Orban, au lieu dit Fays de Lucy. Ce lieu était autrefois l'un des plus stériles marécages de la région ardennaise; les arbres feuillus qui recherchent de préférence les sols humides, comme l'aune, les saules, le bouleau pubescent, se refusaient à croître dans cet ensemble de fondrières et d'eau stagnante. Aujourd'hui l'on y circule partout à pied sec entre les jeunes épicéas, espacés cependant de 2 mètres en un sens sur $2^{m},50$

(1) De Gail dans la *Rev. des Eaux et Forêts*, mai 1892.

dans l'autre sens, ce qui implique 2000 pieds seulement à l'hectare.

On avait dû, il est vrai, immédiatement avant la plantation, creuser des fossés d'assainissement que l'eau de ce vaste étang avait aussitôt occupés. Mais l'écoulement ne se serait pas soutenu indéfiniment, l'eau redevenant stagnante une fois les fossés remplis. Seulement, à mesure que croissaient et se développaient les jeunes épicéas, leurs racines grandissantes s'emparaient de plus en plus de cette eau qui s'évaporait ensuite par les feuilles; au bout de peu d'années, on vit le niveau de l'eau s'abaisser dans les fossés, leur débit diminuer graduellement, enfin le sol s'assécher.

L'opération n'avait coûté que 134 francs à l'hectare, savoir : 100 francs pour 500 mètres de fossés d'écoulement, collecteurs compris; 10 francs pour nivellement et menus frais divers; 24 francs pour achat et plantation de 2000 plants à 12 francs le mille. La valeur du fonds, nulle ou à peu près avant les travaux, peut être évaluée aujourd'hui à 150 francs, et le peuplement, à l'âge où il est parvenu, représente une valeur de 4200 francs (1).

On voit que la plantation en épicéas de terrains de nulle valeur par excès d'humidité est une excellente opération financière en même temps que de salubrité publique.

Nécessité de donner du jour, en forêt, aux arbres de lumière. — Les essences de lumière, comme le chêne, dont les jeunes brins croissent et filent en hauteur sous le couvert des pins ou des massifs de hêtres, ne sauraient, malgré la belle apparence, la rectitude de la tige et l'écorce lisse des sujets, donner des arbres d'avenir.

On sait que l'absorption des rayons du spectre, et par suite leur activité, est proportionnelle à leur degré de réfringence, les rayons jaunes étant les plus efficaces; les rayons verts, au contraire, ont la moindre action; " c'est, à proprement parler, une lumière morte. „ Telle est la cause de la faiblesse et de la pénurie de la végétation sous le couvert des forêts touffues où ne passent que les rayons verts, les autres étant absorbés par la feuillée. Et lorsque ce couvert est absolument compact et fermé, comme il arrive souvent dans les futaies pleines de sapin ou de hêtre, toute végétation finit par disparaître en dessous d'eux.

(1) *Excursion forestière dans l'Ardenne belge*, par M. Crahay, ingénieur agricole.

Déjà Duhamel du Monceau avait constaté que les végétaux élevés dans de très petits jardins, entourés de hautes murailles ou de bâtiments élevés, croissent beaucoup en hauteur, peu en grosseur, et meurent avant d'avoir pu produire leurs fruits.

Les brins de chêne, qui ont crû en mélange avec des pins ou des hêtres qui les dominaient, offrent, il est vrai, une écorce lisse; mais leur cime est alanguie, peu fournie, formée de rameaux minces et étirés, portés eux-mêmes par une tige d'un diamètre trop faible par rapport à sa hauteur. Les feuilles sont épaisses, molles, à nervures peu accusées. Viennent-ils à être dégagés, ils se couvrent de branches gourmandes le long du tronc, leur tête périt, et ils ne sont plus capables de former jamais autre chose que des arbres rabougris, mal venus, dont le bois n'aura que peu de valeur. Il serait préférable, lorsque des sujets dans ces conditions ont été convenablement dégagés, de les receper, c'est-à-dire de les couper par le pied : leur souche fournirait alors des rejets qui, croissant en pleine lumière, retrouveraient un bon avenir devant eux.

La conclusion culturale à tirer de ces faits, c'est que, dans les massifs où le chêne croît en mélange avec des essences d'une croissance plus rapide, comme le hêtre ou les pins, il est nécessaire de faire passer très souvent les coupes d'éclaircie afin de ménager toujours au chêne la proportion de lumière solaire qui lui est indispensable (1).

L'acclimatation des Eucalyptus. — Les *Eucalyptus,* arbres de très grandes dimensions pour la plupart, et originaires de l'Australie et de la Tasmanie, n'ont été acclimatés jusqu'ici sur une échelle de quelque importance que dans les régions chaudes de l'ancien continent (nord de l'Afrique et midi de l'Europe).

C'est principalement sur l'espèce dite *globulus,* vulgairement *Gommier bleu,* qu'ont porté les efforts ; or elle ne supporte pas le gel.

Mais bien d'autres espèces du même genre sont d'un tempérament plus résistant. Déjà les *E. coriacea* et *viminalis* ont résisté, au moins par la souche, à des froids de — 21°, lors du grand hiver de 1879-1880; recepés, ils donnèrent d'abondants et vigoureux rejets. De plus il existe, à des altitudes de 1000 à 1200 mètres, dans l'île Van Diemen ou Tasmanie, dont la latitude correspond à celle du midi de la France, diverses variétés d'Eucalyptus qui

(1) Sylvio, *Rev. des Eaux et Forêts,* mai 1892.

s'accommodent parfaitement d'hivers rigoureux : il y aurait là de nouvelles découvertes à faire. Mais déjà parmi les espèces introduites en Europe, il en est qui ont fait leurs preuves : telle, notamment, l'espèce dite *amygdalina,* dont un exemplaire prospère sur les bords du Lac Majeur, chez le prince Troubetzkoy, et qui ne serait autre que l'*E. Gunnii,* lequel a supporté sans sourciller 11 degrés de froid à Montpellier, croît allègrement à Kew près de Londres, et, depuis quarante ans, grandit et se développe aux environs d'Edimbourg en Écosse sans y souffrir des froids d'un climat aussi septentrional.

Dans un ouvrage sur les Eucalyptus, M. Sahut signale l'*E. lattensis* comme ayant résisté sans dommage à un froid de 18° C.

Enfin sur diverses espèces, semées il y a 14 ou 15 ans dans de froids terrains granitiques à 25 kilomètres de Brest, quatre donnent jusqu'ici de belles espérances. Ce sont les variétés *urnigera, pauciflora, coccifera, viminalis* (1).

Élagage des arbres. — Sans prendre parti dans la question de l'élagage des arbres, dont la pratique est condamnée sans réserve par d'éminents forestiers, tandis que des praticiens non sans mérite la recommandent en certains cas et moyennant des précautions et soins spéciaux, — il est bon néanmoins de faire connaître les procédés préférables pour cette opération; car il est telles circonstances où elle s'impose. Par exemple, une grosse branche peut s'étaler sur une propriété voisine, à laquelle elle fait du tort; ou bien cette branche a été brisée ou mutilée accidentellement; ou bien encore, s'étant développée hors de proportion avec le surplus de la cime, elle risque de déplacer le centre de gravité de l'arbre au point de le renverser, etc.

M. Broilliard, ancien conservateur des forêts, actuellement directeur de la *Revue des Eaux et Forêts* (1), propose le procédé suivant :

" Rogner la branche à mi-longueur, et la *charmer* au collet, „ puis attendre trois ans, et si, alors, la branche raccourcie et *charmée* n'est pas tombée d'elle-même, la réduire et charmer de nouveau.

Charmer une branche, c'est enlever tout autour, à sa naissance, une bande circulaire d'écorce. La sève montante péné-

(1) G. de Dubor, dans le *Cosmos,* n° 457, du 12 novembre 1892.
(2) Paris, avril 1892.

trera dans le tronçon de branche par l'intérieur : mais la sève descendante sera arrêtée par l'interruption de l'écorce, l'accroissement en grosseur cessera à la partie décortiquée, tandis que la sève descendante de la tige formera un bourrelet d'écorce tout autour de la base dénudée de la branche. Et la branche finira par tomber d'elle-même, en des conditions tout à fait analogues à celles de l'*élagage naturel* qui se fait tout seul sur les arbres croissant en massif serré, et qui, par un phénomène encore inexpliqué, ne présente aucun des dangers ou inconvénients de l'élagage artificiel.

Telle est du moins la thèse de l'éminent forestier dont nous exposons l'opinion.

Le recul de la végétation forestière depuis la fin de la période glaciaire. — Un phénomène qui paraît dûment établi, c'est le mouvement de recul de la végétation forestière durant la période géologique actuelle. En tout cas, pour se restreindre à des laps de temps moins considérables, il est facile de constater que, dans les Alpes tyroliennes, comme dans les Alpes françaises et dans les Pyrénées, la végétation forestière, depuis moins d'un demi-siècle, aurait descendu de 300 à 500 mètres environ.

On a attribué jusqu'ici cette marche régressive à l'abus du pâturage des chèvres et des moutons exclusivement, et ce fait, nous persistons à le croire, y contribue dans une importante mesure. Mais la cause principale serait plus vaste et plus générale, car le recul de la végétation forestière, s'il est plus sensible, plus apparent en montagne, par 1500 à 1800 mètres et au-dessus, se manifeste aussi dans des altitudes moindres, tout au moins sous la forme de retrait de certaines essences, comme les palmiers qui, d'après les écrivains de l'antiquité, faisaient autrefois la richesse de la Judée, dont ils ont disparu depuis. En Égypte, en Tunisie, on a retrouvé, enfouies sous des sables aujourd'hui absolument arides, des forêts entières. En Algérie, la zone des déserts progresse vers le nord, la chose est constatée depuis de longues années, par suite de la disparition graduelle des représentants de la végétation arborescente.

Une tendance aussi générale ne saurait s'expliquer que par une cause très générale.

Deux agents forestiers français, MM. O. Martin, inspecteur, et L. Breton, garde général, trouvent cette cause dans les lois générales de la physique actuelle du globe, ou, pour préciser, dans la même loi que celle qui, depuis les temps quaternaires, a produit

la régression des glaciers et les a amenés, sauf des oscillations de peu d'importance relative, au point où nous les voyons aujourd'hui.

Si la disparition des grands glaciers quaternaires n'est due qu'à la diminution des précipitations atmosphériques, en d'autres termes, à la diminution de la proportion d'humidité dans les airs, la neige manquant en hiver, les forêts ne sont plus protégées contre le froid et contre le gel; les pluies n'étant plus aussi abondantes, ces mêmes forêts vivent plus difficilement dans une atmosphère plus sèche.

Ainsi la cause de la marche régressive de la végétation forestière serait " uniquement la diminution, à notre époque géologique, de l'humidité atmosphérique, diminution qui a commencé à la fin de la période glaciaire " (1).

Cette vue est assurément ingénieuse et n'est pas dépourvue de vraisemblance. Elle ne semble pas, cependant, devoir échapper à toute objection. Est-il établi que la diminution d'humidité atmosphérique qui a déterminé la cessation de la dernière grande extension des glaciers, ait suivi une marche lentement mais continuellement progressive? En supposant cette progression et cette continuité admises, elles expliqueraient bien la disparition des palmiers en Judée et de forêts entières en Égypte et en Tunisie, mais non un recul en montagne de 300 à 500 mètres en moins d'un demi-siècle. Il faut nécessairement faire intervenir une cause plus immédiate et plus prochaine, et le pâturage abusif des moutons et des chèvres dans les hautes altitudes y a certainement une part considérable, sinon exclusive.

Exploitation des saules en têtards. — Le mode ordinairement suivi pour l'exploitation en têtards des saules qui bordent les cours d'eaux, consistant à couper toutes les branches du tronc à grands coups de cognée, est des plus vicieux. La tête de l'arbre, après l'ébranchement, n'offre plus qu'une masse informe et calleuse, avec de nombreuses dépressions où l'eau séjourne et pourrit le tronc, sans compter les points où l'écorce s'est détachée du bois sous l'action de coups de hache trop brusques et trop violents.

On propose la marche suivante : lors du premier étêtement, réserver cinq ou six branches principales aussi divergentes que possible, et couper ras les autres avec le soin nécessaire pour

(1) L. Breton, *Rev. des Eaux et Forêts*, janvier 1893.

avoir des plaies nettes et ne déterminer aucune écorchure. Raccourcir les branches réservées de manière à ne laisser que $0^{m},50$ de longueur environ, à partir de la naissance de chacune d'elles. Opérer cette coupe avec une scie à main, en ayant soin ensuite de lisser la section avec un outil tranchant et bien affilé, afin d'une part de ne pas ébranler la portion de branche conservée, et de l'autre pour que cette portion se termine par une section bien nette, sans bavure et sans cessation d'adhérence de l'écorce au bois. Autant que possible, le trait de scie sera légèrement incliné pour faciliter l'écoulement des eaux pluviales, et orienté vers le nord-est afin de préserver la plaie de l'action desséchante du soleil.

Quand viendra l'époque du second étêtement, on aura cinq ou six branches-mères portant chacune une touffe de menues branches. Chaque touffe sera enlevée d'un seul trait de scie au-dessous de sa naissance, dirigé comme il vient d'être dit, et suivi des soins indiqués. Ainsi l'on ne prendra à chaque étêtement que l'épaisseur d'un trait de scie sur la hauteur des branches-mères. " L'arbre n'aura à former que cinq ou six calus et sera plus sain, les rameaux pourront se développer en plus grand nombre et prendre un accroissement plus rapide. „ On pourra recouvrir les plaies soit à l'enduit des jardiniers (1), soit, ajouterons-nous, au coaltar.

Écorcement des chênes sur pied. — L'entaille circulaire pratiquée préalablement au pied des chênes destinés à être écorcés sur pied et qui doit, suivant l'opinion reçue, préserver la souche et en faciliter le recru, serait au contraire préjudiciable à cette même souche et entraverait la régénération du taillis. Cela résulte des observations de M. d'Arbois de Jubainville, conservateur des forêts à Charleville (Ardennes), sur un grand nombre de chênes situés dans les mêmes coupes et ayant été écorcés sur pied, les uns après l'entaille circulaire traditionnelle, les autres sans avoir été soumis à cette opération préalable. La proportion des chênes abattus après écorcement et ayant bien ou moyennement repoussé était, au bout de deux ans, notablement plus élevée parmi les arbres non incisés que parmi les autres, et la proportion des souches mortes était plus forte parmi ces derniers.

Il se forme une gouttière horizontale autour de la souche,

(1) *Cosmos*, n° 407, du 12 novembre 1892, p. 478.

entre le bois et l'écorce en partie décollée par l'entaille annulaire, et dans cette gouttière, où séjournent les eaux pluviales, vont se loger les spores d'un champignon parasite, le *Stereum hirsutum*, qui ne tardent pas à y germer. Au contraire, sur les souches écorcées sans entaille préalable, l'écorce, irrégulièrement déchirée, n'avait pas formé de gouttière recevant la pluie, et le mycélium du parasite y était beaucoup moins abondant (1).

La conclusion à tirer de ces importantes constatations, c'est que si c'est une chose fâcheuse en soi, au point de vue de la reproduction ultérieure, d'écorcer les arbres sur pied, au lieu de les écorcer seulement après abatage, cependant, l'écorcement sur pied étant admis, il est préférable de renoncer à la vieille pratique de l'entaille annulaire préalable au pied de l'arbre à décortiquer.

Action des arbres sur la foudre. — De diverses recherches et expériences il résulterait que la puissance d'attraction des arbres par la foudre varierait avec les essences, comme aussi avec la nature des terrains.

Cette puissance étant 1 dans le chêne yeuse, serait de 15 dans les pins, de 40 dans le hêtre, l'érable sycomore et divers autres. Quant au sol, les terrains calcaires étant pris pour unité, les sols sableux seraient cotés 9 et les sols marécageux 18 à 22 (2).

Nous donnons cette indication pour ce qu'elle peut valoir, n'ayant été à même ni de la contrôler ni d'en vérifier l'authenticité.

C. DE KIRWAN.

ASTRONOMIE.

L'ÉCLIPSE TOTALE DE SOLEIL DU 15-16 AVRIL 1893 (3).

Les espérances que les astronomes avaient fondées sur l'éclipse totale de Soleil du 15-16 avril 1893 n'ont point été déçues ; bien plus, « les résultats obtenus dépassent toute attente » (A. Taylor).

(1) *Rev. des Eaux et Forêts*, novembre 1892.
(2) *Cosmos*, n° 424, du 11 mars 1893.
(3) COMPTES RENDUS DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES DE PARIS, t. CXVI, nos 16,

Le phénomène se présentait dans des conditions très avantageuses pour l'observation. D'abord, la ligne de totalité — qui prenait naissance dans l'océan Pacifique — traversait le Chili, l'angle nord-ouest de la République Argentine et le Brésil, puis, après le passage de l'océan Atlantique, atteignait le Sénégal pour aller enfin se perdre au milieu du Sahara. Un grand nombre de stations favorables s'offraient donc au choix des observateurs et multipliaient leurs chances de succès.

En second lieu, pour des points fort distants de cette ligne, la durée de la totalité était considérable. Les stations chiliennes avaient déjà environ 3 minutes, la République Argentine 3 minutes 8 secondes; sur la côte du Brésil, on disposait de $4^m\ 43^s$, enfin, en Afrique, à Foundioungue (Fundium), de $4^m\ 11^s$, et à Joal (Dschoal), de $4^m\ 1^s$. Ce sont là de belles durées de totalité. D'après les calculs de Du Séjour, on peut avoir. il est vrai, dans les régions équatoriales, des éclipses totales dont la phase maximum se prolonge pendant $7^m\ 58^s$; mais cette limite est très rarement atteinte, et la dernière éclipse compte parmi les plus longues du siècle.

Les programmes des missions scientifiques à envoyer pour l'observation du phénomène avaient été admirablement préparés, et depuis l'événement un bon nombre de rapports, préliminaires mais déjà très instructifs, ont été publiés.

Nous nous sommes efforcé de coordonner l'ensemble de ces documents et d'en présenter un tableau succinct. On y verra avec quel zèle sont poursuivies de nos jours les découvertes scientifiques, et, plus particulièrement, ce que certaines conquêtes de l'astronomie peuvent coûter d'habileté, de fatigues et aussi d'argent.

Afin de mettre de l'ordre dans notre exposition, nous parcour-

17, 20, 21, 22; — t. CXVII, n°s 1, 2. Communications de MM. Janssen, Bigourdan, Coculesco, de la Baume Pluvinel, Deslandres, Spée, Trépied.

Observatory, n. 198, M. Taylor ; — n. 201, Miss Everett ; — n. 202, *Meeting of the R. A. Society*, Prof. Thorpe, Capt. Hills, M. A. Taylor; ibid., *Preliminary Report of the Solar Eclipse Comittee ;* — n. 204, *Meeting of the B. A. A.*, M. Taylor; *Total Solar Eclipses*, M. Taylor.

Astronomy and Astro-Physics, n. 115. *Astro Physical Notes*, MM. Pickering et Schaeberle.

Publications of the Astronomical Society of the Pacific, t. V, n. 29.

English Mechanics, n°s 1475, 1477.

L'Astronomie, 12e année, n. 5 ; — n. 6, M. Abranches ; — n. 7, MM. Deslandres et Bigourdan ; — n. 8.

Ciel et terre, XIVe année, 1er mars, pp. 8-15; — 1er mai, pp 115-117; — 1er août, pp. 241-253.

rons d'abord les divers postes d'observation, en indiquant la nature des travaux entrepris dans chacun d'eux, les instruments employés, les méthodes suivies. Nous mêlerons à tout cela quelques remarques critiques suggérées par l'expérience lors de la dernière éclipse. Ensuite, dans une seconde partie, nous grouperons sous quelques rubriques principales les observations les plus intéressantes et les solutions plus ou moins complètes obtenues pour quelques grands problèmes de la physique solaire.

I. POSTES D'OBSERVATIONS, ÉQUIPEMENTS, PROGRAMMES DES TRAVAUX.

Observation de l'éclipse totale. — Chili. — Au Chili, s'établirent une mission de l'observatoire de Santiago, une du Collège Harvard et une troisième de l'observatoire Lick.

On sait que, grâce à la munificence de M. Boyden, le Collège Harvard a pu établir, à Arequipa (Pérou), une station où M. W. H. Pickering a fait de remarquables observations d'astronomie physique. C'est ce savant qui est allé observer l'éclipse totale au Chili. Parmi les instruments employés, il faut mentionner tout spécialement un miroir de 50^{cm} d'ouverture et 1^{m} 25 de longueur focale. Cet appareil fait partie de la fameuse collection de miroirs construits par le Dr A. Common pour photographier les extensions pâles de la couronne lors de l'éclipse de 1889. Effrayé par les grandes difficultés du voyage, M. Pickering avait renoncé d'abord à transporter ce précieux instrument au Chili. Au dernier moment, il se ravisa et n'eut point à se repentir de sa décision.

Le délégué du Collège Harvard, accompagné de M. Douglass, son second à Arequipa, s'établit à Mina-Aris, dans la province d'Atacama, à une altitude de 1135^{m}. Les conditions atmosphériques y furent excellentes durant toute l'éclipse; aussi de nombreuses photographies furent-elles prises avec le meilleur succès; les astronomes sont également satisfaits de leurs mesures photométriques.

Dans la même localité que M. Pickering, mais 300^{m} plus haut, M. Obrecht, directeur de l'observatoire de Santiago, observa l'éclipse à l'aide d'un équatorial.

M. Schaeberle, envoyé par l'observatoire Lick, s'installa à Mina-Bronces, dans le district chilien de Jaylas Carrizal Bajo. Il avait avec lui un équatorial de 162^{mm}, un photohéliographe de 125^{mm} et 1^{m} 20 de foyer, et une lentille de Dallmeyer. Favorisé de l'atmosphère la plus pure, et aidé de M. Gale, astronome ama-

teur, et de plusieurs autres personnes, il put prendre 8 photographies à l'héliographe, 10 à l'équatorial et un grand nombre d'autres avec des appareils ordinaires : en tout 50. — Une amie de la science, Mistress Hearst, de Californie, s'était chargée des frais de l'expédition.

République Argentine. — Une mission, dirigée par M. Thomé, s'installa à Rosario de la Frontera. Malheureusement, le grand télescope qui faisait partie de l'équipement fut endommagé pendant le transport. L'établissement du poste en souffrit du retard. Les résultats de cette expédition ne sont pas très satisfaisants.

Brésil. — Sur la côte brésilienne, à Para Cura, non loin de Ceara, signalons d'abord une mission de l'observatoire national de Rio-Janeiro, sous la direction de M. Cruls, notre compatriote.

On avait espéré y voir aussi deux ou trois expéditions américaines : une première avec M. David P. Todd à sa tête, et une autre dirigée par M. Pritchett, de St-Louis. Il est regrettable qu'on n'ait pas donné suite à ce projet.

Les conditions climatériques du Brésil à ce moment de l'année étaient, il faut le dire, peu engageantes. Avril coïncide à Para Cura avec le milieu de la saison humide. Néanmoins, considérant que, dans ce pays, la majorité des pluies tombe pendant la nuit, et vu les grands avantages qu'il y avait à répartir les observateurs aux divers points de la ligne de totalité, l'Angleterre voulut tenter l'aventure et envoya au Brésil un détachement d'astronomes dont l'habileté et le zèle rachetaient le petit nombre. M. A. Taylor et M. W. Shackleton furent désignés pour ce poste. Sir Benjamin Stone se joignit à ces savants comme observateur volontaire.

On ne prévoyait pas tous les ennuis réservés à la petite expédition. Le navire de guerre offert aux observateurs étrangers au nom du gouvernement brésilien, par l'intermédiaire de M. Cruls (1), ne se montra point. La douane de Ceara n'était pas même avertie de l'arrivée d'une mission scientifique. Échappés à ses vexations, les astronomes s'occupèrent de l'établissement de leur observatoire temporaire. Ils ne réussirent à l'installer qu'au prix des plus grandes fatigues. Impossible de trouver dans le pays un homme assez intelligent pour leur rendre le moindre service, non seulement dans les observations (par exemple, en

(1) L'Astronomie, 1892, n° 8.

comptant les secondes), mais même dans la construction des huttes d'abri et dans l'érection des instruments. Or sir B. Stone n'arrivait que la veille de l'éclipse : de telle sorte que les deux astronomes, aidés seulement de l'interprète M. Furley, durent s'imposer toute la besogne de l'installation jusque dans ses détails les plus matériels.

Encore s'en fallut-il de très peu que le mauvais temps ne rendît tous leurs efforts inutiles. D'épais nuages couvrirent le ciel le matin de l'éclipse, et longtemps les observateurs durent craindre que, pour eux, le phénomène s'accomplirait derrière un voile impénétrable. Heureusement le ciel s'éclaircit peu à peu à mesure que le moment décisif approchait, et, pendant la totalité, les observations ne furent nullement empêchées. M. Shackleton, par exemple, put prendre 24 photographies spectrales avant la totalité, 18 durant la totalité et 3 après. L'éclaircie dont profita l'expédition anglaise fut tout à fait locale : la mission brésilienne, établie à une distance d'environ 10 kilomètres seulement, fut gênée par des nuages pendant une partie de la totalité.

Le programme des travaux des astronomes anglais envoyés au Brésil comprenait une partie de celui de la mission d'Afrique que nous allons exposer.

Sénégal. — En Afrique, nous rencontrons d'abord la mission anglaise dont nous venons de faire mention. Elle se composait de M. Thorpe, directeur, et de MM. Fowler, Gray et J. Kearney. Un observateur volontaire, M. Forbes, les suivit. Une canonnière, gracieusement offerte par l'Amirauté, était chargée de transporter les astronomes et leurs instruments de Bathurst (Sénégambie) à leur destination : ses officiers et son équipage aidèrent les membres de l'expédition dans les travaux d'installation et dans les observations. Parmi les stations présentées par le gouvernement français, Fundium ou Foundioungue fut choisi; cette localité est située sur la rivière Saloun, à 35 kilomètres de la côte. C'est en ce même endroit que nous trouverons tout à l'heure un poste du Bureau des longitudes.

Le programme anglais avait pour objet principal l'*étude détaillée de la couronne solaire.*

Il s'agissait d'exécuter :

1° Des *mesures photométriques* visuelles *de la lumière coronale;*

2° Des *photographies générales de la couronne;*

3° Des *photographies agrandies de la couronne* montrant les détails des parties les plus brillantes;

4° Des *mesures de l'intensité* photographique *de la lumière coronale;*

5° Des *photographies du spectre de la couronne.*

Les *mesures photométriques* visuelles *de la lumière coronale* ne devaient être essayées qu'à la station africaine par M. Thorpe et son assistant, M. Gray. On se servit dans ce but d'un équatorial de 15^{cm} armé d'un photomètre spécial prêté par M. le capitaine Abney. Pendant l'éclipse, seize régions de la couronne furent comparées à une lampe à incandescence-type suivant le procédé déjà adopté par le même M. Thorpe, à Hog-Island, pendant l'éclipse de 1886. (L'illumination de la lampe s'estime par l'intensité du courant qui la traverse.) M. Forbes fit des observations complémentaires au moyen d'une boîte d'intégration pour la mesure de la lumière totale de la couronne et d'un photomètre ordinaire de Bunsen. Onze mesures de ce genre ont été prises à divers moments de l'éclipse.

Les appareils employés au Brésil et en Afrique pour les opérations 2, 3 et 4, étaient entièrement identiques. C'étaient des photohéliographes ou, plus exactement, des coronographes jumeaux, constitués par un double système objectif, l'un d'Abney, l'autre de Dallmeyer, monté sur une même chambre obscure à deux compartiments. Grâce à cette disposition, une seule pose donnait deux images. La première de ces images était fournie par des lentilles du capitaine Abney, déjà employées avec succès en Égypte (1882), à l'île Caroline (1883), à Granada (1886) et aux îles du Salut (1889). Ces photographies continuent donc la série des précieux documents déjà obtenus dans les dernières éclipses. Le système Dallmeyer, qui fournissait la seconde image, était en tout semblable à celui des appareils téléphotographiques du même constructeur. Ses éléments avaient été calculés de telle sorte que son effet photographique fût, à égalité de pose, la dixième partie de l'effet photographique de l'objectif Abney.

Six poses donnèrent ainsi, à chacune des deux stations anglaises, 12 photographies de la couronne. Chacune des deux séries forme une suite continue, car les durées d'exposition avaient été réglées de façon que l'image Dallmeyer répondant à la plus longue pose fût équivalente, comme effet photographique, à l'image Abney fournie par la pose la plus courte (1).

Au Brésil, M. A. Taylor s'occupa du coronographe; l'instrument

(1) Le lecteur voudra bien nous passer ces expressions elliptiques : *image*

identique emporté par la mission d'Afrique fut confié au sergent J. Kearney, très expert dans les manipulations photographiques.

La mesure de l'*intensité* photographique *de la lumière coronale* (numéro 4 du programme) fut faite par comparaison directe avec des échelles-types placées en marge des plaques employées dans les opérations 2 et 3. Ces échelles furent imprimées sur les plaques, pendant la nuit qui précéda l'éclipse, au moyen des étalons de lumière construits spécialement dans ce but et offerts aux membres des deux expéditions par le capitaine Abney.

L'expérience faite aux éclipses précédentes avait montré qu'il est difficile, sous les tropiques, d'emballer des épreuves non développées et de les rapporter sans détériorations sérieuses. On avait donc décidé d'abord de développer et de fixer les images immédiatement après l'éclipse. Mais les conditions locales se prêtant mal à un travail aussi délicat, les observateurs se contentèrent de fixer un certain nombre de négatifs et redoublèrent de soin pour conserver les autres en bon état. Ils y ont parfaitement réussi.

La double série des magnifiques épreuves obtenues est actuellement aux mains de M. Wesley, qui fera un dessin de la couronne d'après leurs données. M. W. H. Pickering, de passage à Londres après son expédition du Chili, a bien voulu laisser aussi à M. Wesley quelques-uns des négatifs fournis par le miroir de 20 pouces du Dr A. Common. Ils sont excellents; l'habile astronome américain a employé des plaques peu rapides, dont les images révèlent dans la couronne intérieure beaucoup plus de détails que les photographies des missions anglaises.

Pour les *photographies du spectre de la couronne,* trois classes d'instruments furent employées. Premièrement, des spectroscopes intégrateurs, constitués par un système dispersif placé immédiatement devant l'objectif photographique, et dépourvus de collimateurs.

Secondement, des spectroscopes ordinaires à fente, la fente étant dirigée suivant un rayon du disque solaire.

Troisièmement, des spectroscopes ordinaires à fente, la fente étant placée tangentiellement au disque solaire.

Dallmeyer, image Abney, pour " image photographique obtenue avec la combinaison optique Dallmeyer, „ etc.

On sait que l'effet photographique se calcule par la formule $100 \frac{a^2}{f^2} t \cdot s$, a étant l'ouverture de l'objectif, f sa longueur focale, t la durée de la pose exprimée en secondes, et s la sensibilité de la plaque.

Le spectroscope intégrateur employé par M. Fowler, en Afrique, était un prisme de 15^{cm} accouplé à une lentille photographique d'une ouverture égale. Cet appareil, prêté par M. Norman Lockyer, a fourni 21 épreuves. M. Shackleton, au Brésil, avait un système de deux prismes de $7^{cm}5$ avec une lentille de $7^{cm}5$; un héliostat de 25^{cm} complétait ce spectroscope horizontal. De très courtes expositions faites à chaque station au début et à la fin de la totalité avaient pour but de rechercher les très nombreuses raies brillantes observées déjà plusieurs fois dans la chromosphère aux dernières éclipses. Pendant la totalité, les poses furent d'une durée variable entre les deux limites 5 et 45 secondes.

Deux spectroscopes à fente ont été confiés, en Afrique, au capitaine Hills et, au Brésil, à sir B. Stone. Chacun de ces deux observateurs a pris deux photographies.

Ajoutons ici que, sur la proposition de M. Thorpe, le lieutenant commandant Lang dessina les pâles extensions de la couronne. Suivant la méthode inaugurée par Newcomb en 1878, l'opérateur était placé derrière un écran qui servait à garantir ses yeux contre l'éclat trop vif de la couronne intérieure.

Le programme que nous venons d'exposer est l'œuvre d'un comité formé des délégués de plusieurs sociétés savantes de Londres. La Société royale, la Société royale d'astronomie et le " Comittee of Solar Physics " de South-Kensington y étaient représentés. Les détails d'opération furent arrêtés par une sous-commission composée de MM. Abney, Turner, Taylor et Common. Quant aux dépenses, elles furent couvertes par une allocation de 15000 francs accordée par la Société royale.

Au Sénégal, où la période d'hivernage ne commence habituellement qu'au mois de juin, on était en droit d'espérer un ciel pur et serein. Mais là-bas, comme chez nous, l'état météorologique était en avance d'un à deux mois et, le jour de l'éclipse, le ciel n'a pas été très beau. De légers nuages blancs, diffus, formaient une couche laiteuse, presque uniforme, semblable à celle qui produit souvent les halos solaires. Et, en effet, à Joal, on vit un halo autour du soleil, le jour de l'éclipse, pendant la matinée. La couronne n'a été vue, en Afrique, qu'à travers une sorte de gaze légère, qui diminuait son intensité, tout en augmentant l'éclat général du ciel. Les observations ont un peu souffert de ces conditions moins favorables; néanmoins, les résultats des diverses missions africaines sont tout à fait satisfaisants.

A 300 mètres de l'expédition anglaise, se trouvait un des

postes de la mission française envoyée en Afrique par le Bureau des longitudes. MM. Deslandres et Millochau s'étaient établis à Foundioungue pour y étudier spécialement la couronne et son spectre. Outre les travaux photographiques ordinaires, M. Deslandres, directeur des travaux, avait organisé avec un soin particulier les deux expériences suivantes : reconnaître la lumière de la couronne dans la région ultra-violette la plus réfrangible non encore explorée; d'autre part, mesurer la vitesse de rotation de la couronne par la méthode du déplacement des raies, due à M. Fizeau (1).

Au sujet de cette seconde expérience, remarquons que les météores très nombreux et très rapides observés antérieurement dans la couronne pouvaient faire supposer qu'elle a une rotation autre que la rotation du disque, déjà elle-même anormale.

Pour chacune de ces deux expériences, deux spectroscopes de disposition différente avaient été préparés. Mais les spectroscopes de grande dispersion exigeant beaucoup de lumière, leurs plaques photographiques n'ont été que peu ou pas impressionnées; au contraire, les épreuves des spectroscopes plus faibles ont été bonnes. En tout, on a obtenu 22 photographies de la couronne avec des objectifs, des plaques et des temps de pose différents.

M. Coculesco, astronome roumain, détaché à la mission, s'était chargé de la détermination des contacts et de l'étude de la forme et des particularités de la couronne. Afin d'avoir un document exact sur le contour général de celle-ci, il fixa à la lunette de 16^{cm}, mise à son usage, un appareil ordinaire de photographie de 3^{cm} d'ouverture et de 24^{cm} de foyer. Ce dispositif peu dispendieux lui fournit 5 beaux clichés de la couronne avec des poses de 2, 4, 6, 7 et 5 secondes. Le cliché II (4^{s} de pose) a donné le plus de détails. Déjà en 1887, M. Niesten avait remarqué que 30^{s} de pose ne donnaient pas d'image plus détaillée que 8^{s} seulement (2).

Le second poste de la mission française, établi à Joal, avait à sa tête M. Bigourdan, astronome de l'observatoire de Paris. M. G. Fayet l'accompagnait, et divers missionnaires de la Congrégation du Saint-Esprit lui prêtèrent leur concours. L'instrument principal de ce poste était un télescope de 30^{cm} d'ouverture, avec tous les accessoires photographiques et spectroscopiques

(1) Voir cette Revue, avril 1893, p. 653.
(2) *Annuaire de l'Observatoire de Belgique pour 1889.*

ordinaires; c'est la plus puissante lunette qui ait été employée en semblable occasion.

M. le comte de la Baume Pluvinel, riche astronome amateur, qui, plus d'une fois déjà, s'est joint aux grandes expéditions scientifiques, et dont les excellentes observations de l'éclipse de 1889 ont été spécialement remarquées, devait se rendre également à Joal pour photographier la couronne. Empêché par des circonstances impérieuses de réaliser son projet, il obtint de M. Janssen d'être remplacé par M. Pasteur, chef du service photographique à l'observatoire de Meudon.

Le but était d'étudier par la photographie la structure de la couronne, son spectre et son intensité actinique.

On a obtenu 9 images photographiques de la couronne avec 9 objectifs ayant sensiblement le même foyer ($1^{m}50$) et des ouvertures différentes variant de $15^{cm}5$ à $0^{cm}5$. Ces neuf objectifs ont été découverts simultanément au commencement de la totalité et fermés un peu avant la fin, de telle sorte que la durée de pose a été pour tous les appareils de $3^{m}50^{s}$. Dans ces conditions, vu la différence des ouvertures des objectifs, les images de la couronne ont été formées par des actions photographiques variant suivant les termes d'une progression géométrique. L'image la plus lumineuse était 1000 fois plus intense que celle qui l'était le moins.

Conformément à ce que nous avons vu plus haut, l'examen des épreuves a montré qu'un accroissement d'action photographique cesse bientôt d'améliorer l'image de la couronne. D'après M. de la Baume, il suffit d'une action photographique égale à 4 pour obtenir une représentation aussi complète que possible de la couronne. Cette action photographique peut être obtenue en posant six secondes seulement avec un objectif de distance focale égale à 12 fois son ouverture. Ajoutons ici que les photographies de M. Shackleton tendent à montrer aussi que, pour prendre la couronne, les longues expositions ne sont pas les plus avantageuses. Les durées de pose de ces épreuves ont été de 20, 150, 50, 5 et 2 secondes; or, les plaques exposées pendant 150 secondes ne donnent pas une plus grande extension à la couronne que celles qui n'ont été découvertes que pendant 50 secondes.

Pendant la période de préparation des travaux, une controverse s'était élevée précisément sur ce sujet entre M. de la Baume et M. Taylor (1). Ce dernier déclarait ne pouvoir comprendre

(1) Rapports de la Société Astronomique de France. t. VI, n. 9. — Observatory, n. 198, A. Taylor, *Eclipse Photography*, pp. 95-98.

comment une pose de durée restreinte (3 secondes) et une action photographique faible devaient être préférées, pour photographier les extensions coronales, à une pose de 60 secondes et une forte action photographique. Sans doute, ajoutait-il, les *régions intérieures de la couronne* ne s'obtiendront qu'avec de courtes poses ; mais, pour les *extensions pâles,* on peut, avec raison, n'attendre de bons résultats que de longues expositions. Il sera intéressant de voir M. Taylor interpréter les documents rapportés par les diverses missions. Il n'était pas d'ailleurs dépourvu d'arguments en faveur de son opinion : les résultats du P. Perry, S. J., et de M. Rooney, aux îles du Salut (1889), semblaient la confirmer.

Pour l'étude du *spectre de la couronne,* M. Pasteur disposait de deux spectroscopes photographiques. L'un des deux a donné un spectre que l'on peut utilement étudier. La fente était dirigée suivant l'équateur solaire, de façon à obtenir le spectre de la couronne à l'est et à l'ouest du Soleil. Les plaques étaient sensibles au vert et au jaune.

Les mesures de l'*intensité actinique* du phénomène ont été exécutées d'après la méthode proposée par M. Janssen (1). On a exposé à la lumière de la couronne, pendant 235 secondes, des plaques sensibles derrière des écrans teintés de différentes intensités. Au retour de l'expédition, on a répété la même expérience en exposant des plaques sensibles derrière les mêmes écrans à la lumière étalon à l'acétate d'amyle. Cette lampe a été adoptée, comme étalon de lumière actinique, par les congrès internationaux de photographie de 1889 et 1891.

Observation de l'éclipse partielle. — En dehors de la région de totalité, l'éclipse a été également observée en plusieurs lieux.

A Paris, MM. Paul et Prosper Henry en ont obtenu six photographies à des distances de cinq minutes.

A Meudon, M. Janssen a obtenu de grandes photographies solaires au moment de la plus grande phase; mais le ciel n'avait pas le degré de pureté nécessaire à leur parfaite réussite. Le but recherché était la solution de cette question toujours pendante de l'existence d'une atmosphère lunaire et de son degré de raréfaction. Les détails les plus délicats de la surface solaire

(1) Comptes rendus, t. CXVI, 20 mars 1893. J. Janssen, *Sur la prochaine éclipse de Soleil,* p. 607.

apparaissant sur les grandes photographies de Meudon, leurs déformations à proximité du bord lunaire, lors d'une éclipse partielle, pourraient, sans aucun doute, nous révéler la présence et nous indiquer, approximativement, la densité de l'atmosphère de notre satellite.

A l'observatoire d'Alger, M. Trépied a pris 32 photographies. M. l'abbé Spée, astronome à l'observatoire d'Uccle, de passage à Alger, se chargea d'examiner s'il se produirait quelques modifications des raies spectrales, soit dans le voisinage des cornes du croissant solaire, soit au point de contact du disque lunaire avec une tache alors présente sur le Soleil. L'observation a été faite, dans d'excellentes conditions, avec le spectroscope de Thollon et une image solaire de 6^{cm} de diamètre. Le résultat a été négatif.

Au Vatican, le P. Denza prit 10 photographies aux diverses phases de l'éclipse partielle (diamètre : $0^{m},064$).

A. Catane, M. Ricco voulut profiter de l'éclipse pour essayer la méthode imaginée par M. Huggins pour photographier la couronne en dehors des éclipses (1); mais il n'a pu déduire de ses épreuves aucune conclusion définitive.

II. RÉSULTATS.

Phénomènes observés en dehors de la totalité. — M. Bigourdan observa les *occultations des taches solaires* par la Lune. Le phénomène le plus frappant noté dans ces occultations est celui du *ligament noir* qui s'est produit entre le bord obscur de la Lune et les bords des noyaux des taches ou même les simples filaments qui forment la pénombre des taches. Ce phénomène, si connu depuis les observations du passage de Vénus, s'est présenté ici avec une grande netteté et a été remarqué quinze fois environ.

Un peu plus d'une minute avant la totalité, des *franges lumineuses* et courbes, parallèles au bord de la Lune, se sont montrées sur le disque obscur de cet astre, tout près du croissant lumineux; et 10^{s} avant la totalité, une forte raie noire a partagé, dans toute sa longueur, le mince croissant lumineux qui allait disparaître.

C'est à cette phase de l'éclipse que l'on peut apercevoir les *perles de Baily (Baily beads)*. Voici, en deux mots, en quoi consiste ce phénomène, connu avant Baily, mais que cet astronome

(1) MEMORIE DELLA SOCIETA DEGLI SPECTROSCOPISTI ITALIANI, t. XXII, Luglio 1893.

fut le premier à décrire (1). Quand le disque lunaire se projette sur le Soleil, son contour est adouci, les montagnes de notre satellite n'y introduisent aucune irrégularité. On aime à voir dans cette apparence un effet d'irradiation causé par le croissant solaire. Mais quand ce croissant est réduit à une bande très étroite, l'irradiation ne se produit plus et les dentelures du bord lunaire, projetées sur ce croissant, lui donnent l'aspect d'une file de grains brillants séparés par des espaces obscurs. Le même phénomène se reproduit naturellement quand, après la totalité, le disque solaire commence à reparaître.

Lors de la dernière éclipse, M. Bigourdan chercha les perles de Baily, mais il n'en aperçut aucune trace avant la totalité, non plus qu'au troisième contact. Mais on les retrouve sur la photographie prise un peu après la fin de la totalité par la mission anglaise établie à Para-Cura. M. et Mme Abranches de Moura, astronomes amateurs, les observèrent aussi à Ceara (Brésil).

Le disque lunaire projeté sur le Soleil était d'un noir intense (Pickering). " A aucun moment, dit M. Bigourdan, je n'ai pu apercevoir la lumière cendrée ni soupçonner aucune tache lunaire. Le bord de la Lune en dehors du disque solaire est toujours resté invisible jusque $1^m 33^s$ avant la totalité ; à ce moment, j'ai soupçonné ce bord, en dehors du Soleil, sur une étendue de 5'. "

Comme il arrive d'habitude au moment d'une éclipse, on vit sur la mer l'*ombre de la totalité* approchant avec une grande vitesse. Parfois aussi on observe, au commencement et à la fin de la totalité, des lignes d'ombres, parallèles entre elles, *des franges,* suivant le terme consacré, glissant sur le sol plus ou moins rapidement. Elles ne furent point reconnues à Joal (Bigourdan), mais M. Obrecht les remarqua au Chili. Ce savant les compare aux ondes d'air chaud qui se montrent sur les poêles, ou bien aux rides de la surface des étangs. Elles se suivaient à des distances d'un à trois pieds. Leur mouvement, de direction variable, avait la vitesse d'un bon marcheur. Elles se montrèrent avant et après la totalité ; dans le premier cas, elles furent très peu marquées.

Le *spectre des cornes solaires* a beaucoup attiré l'attention des observateurs. Nous avons vu M. l'abbé Spée les étudier à Alger. Les missions anglaises d'Afrique et du Brésil s'en occupèrent aussi. 32 secondes avant la totalité, M. Pickering (Chili) observa un violent mouvement dans les deux rayons lumineux qui par-

(1) Mem. of the R. A. Society, 1838, t. X, p. 5.

taient des cornes. On espérait trouver dans les raies spectrales de ces points et de tout le croissant très mince des abords de la totalité, des informations sur les diverses couches de l'atmosphère solaire et, particulièrement, sur la couche à réversion de Young.

Immédiatement au-dessus de la photosphère se trouve une enveloppe gazeuse que, d'après les observations des éclipses antérieures, on sait renfermer les vapeurs de bon nombre de substances très répandues sur notre globe. C'est dans cette portion de l'atmosphère solaire que, d'après le Prof. Young, s'exerce surtout cette absorption éclectique qui donne naissance aux raies noires du spectre du Soleil, aux raies *renversées :* de là, le nom de couche à réversion, *reversing layer,* qu'il a donné à cette enveloppe.

L'observation spectroscopique des cornes ne semble pas avoir été féconde. Jusqu'ici, du moins, en dehors du résultat négatif d'Alger, rien n'a été publié sur ce sujet. Les photographies spectrales du croissant réduit à un mince filet lumineux ont mieux réussi. Plus de 20 raies brillantes, apparaissant sur les épreuves de M. Pickering (Chili) et les plaques de M. Fowler (Afrique), nous promettent aussi de précieux renseignements sur cette couche si intéressante de l'atmosphère du Soleil.

Phénomènes observés durant la totalité. — *Illumination du ciel.* — Au Chili, où l'atmosphère était remarquablement pure, les objets parurent, en général, colorés en jaune ou orange pâle. L'obscurité parut moindre que dans les éclipses précédentes. La lumière était semblable à celle d'une aurore naissante (Pickering).

A Para-Cura, grâce aux nuages qui restaient sur l'horizon, le ciel était encore assez éclairé pour permettre la lecture du chronographe à 4 ou 5 mètres de distance (Taylor).

Au Sénégal, le ciel resta, pendant l'éclipse, couvert d'une sorte de vapeur poussiéreuse, éclairée au loin, et l'obscurité ne fut pas non plus très grande. M. Bigourdan, établi à Joal, rapporte qu'à l'approche de la totalité, la lumière devint blanche et blafarde comme au moment d'un orage. Pendant la totalité, les ombres avaient disparu; on n'en voyait pas de trace même en déplaçant la main devant une feuille de papier blanc tournée vers le Soleil. Diverses étoiles ou planètes furent visibles; ceux qui en ont aperçu le plus (indigènes de Fadionte) en ont signalé sept. En outre, à Saint-Joseph, plusieurs observateurs ont vu deux étoiles filantes dans le voisinage du Soleil. A Bathurst aussi, on remarqua

quelques-unes des étoiles les plus brillantes, mais, à Fundium, l'illumination du ciel était telle qu'aucun astre ne fut visible, à part Jupiter et Vénus (Fowler, Coculesco). Cette clarté persistante de l'atmosphère produisit un léger voile sur les plaques de M. Coculesco obtenues sans diaphragme. Des expériences faites au retour ont montré qu'à en juger d'après ce voile des plaques, l'éclairement du ciel à 15° environ du Soleil était, à Fundium, 1800 fois plus intense qu'à minuit dans une belle soirée d'été à Paris.

Abaissement de la température. — En même temps que la lumière du Soleil s'affaiblit pendant une éclipse, la température tombe.

A Mina-Aris (Chili), elle descendit notablement au-dessous de la normale (Pickering). 300 mètres plus haut, M. Obrecht observa une chute de 3°, à laquelle, ajoute-t-il, le corps fut très sensible.

A Ceara (Brésil), M. Abranches vit le thermomètre baisser de 38° à 22°. Nulle part ailleurs un refroidissement aussi considérable n'a été remarqué.

De même qu'au Chili, la chute de la température ne fut que d'environ 3° à Joal, et ici aussi le corps ne laissa pas que d'y être très sensible ainsi qu'à l'augmentation d'humidité (Bigourdan). Un thermomètre enregistreur, installé par M. Pasteur dans cette localité, a fourni l'indication précise de l'abaissement graduel de la chaleur atmosphérique pendant toute la durée de l'éclipse. D'après la courbe obtenue, en tenant compte du refroidissement normal qui se produit dans l'après-midi, M. de la Baume estime qu'à Joal, par le fait seul de l'éclipse, la température s'est abaissée de 1°8. « Si le passage de l'ombre n'a pas produit un froid plus considérable, ajoute-t-il, c'est que le vent du nord-ouest mélangeait les couches d'air et que l'état brumeux du ciel atténuait la radiation. Dans des conditions atmosphériques analogues, je n'ai constaté aucun abaissement sensible de température pendant l'éclipse du 22 décembre 1889, tandis que, par un ciel d'une très grande pureté, à la Canée, le thermomètre s'est abaissé de 6° pendant l'éclipse annulaire de 1890. A l'île Caroline, en 1883, l'abaissement de température produit par l'éclipse avait été de 2°,2. »

Chromosphère et protubérances. — Autour de l'astre éclipsé, et se détachant sur le fond de la couronne par leur couleur ou par leur éclat intense, les observateurs virent la chromosphère et les nombreuses protubérances qui s'en échappaient. Sept grandes flammes, rouges ou blanches, se distinguaient surtout par leur

netteté et la vivacité de leur lumière. Une d'elles, très singulière, d'apparence crochue, fut très remarquée. Une autre atteignit 120 000 kilomètres de hauteur (Douglass, Chili). Au-dessus des éruptions protubérantielles, à des distances d'environ 160 000 kilomètres de la surface, flottaient des nuages solaires (Schaeberle; photographie).

M. Fowler, en Afrique, et M. Shackleton, au Brésil, obtinrent, avec leurs prismes objectifs de grandes dimensions, de bonnes photographies montrant la chromosphère et les protubérances dans chaque raie de leur spectre. Les différences des spectres des protubérances sont fort apparentes sur ces images. Elles ont été agrandies, et l'on a trouvé une grande similitude entre les raies de α Cygne, de Rigel et de Bellatrix, et celui d'une des protubérances photographiées pendant la totalité.

Le jour même de l'éclipse, à l'observatoire de Kalocsa (Hongrie), le P. Fényi S. J. relevait au spectroscope toutes les protubérances visibles sur le pourtour du Soleil. Son croquis montre 12 groupes de flammes plus ou moins importants, et qui coïncident avec ceux vus par les spectateurs de l'éclipse. Les observations du P. Fényi étant oculaires, il n'est, évidemment, question ici que des protubérances colorées. De son côté, à Chicago, M. G. E. Hale a photographié le Soleil, non éclipsé pour lui, par la méthode que nous avons fait connaître aux lecteurs de la *Revue* (1). Il a obtenu les protubérances colorées relevées à Kalocsa et, en outre, les protubérances blanches et un disque solaire véritablement criblé de facules.

La couronne: sa teinte, sa structure. — Mais le phénomène le plus grandiose et le plus surprenant dont on soit témoin pendant une éclipse totale est, sans contredit, l'apparition de cette couronne, de cette auréole glorieuse qui, jaillissant de derrière l'écran lunaire, entoure l'astre éclipsé.

Son aspect fut magnifique en avril dernier; elle revêtit un éclat de beaucoup supérieur à celui de l'éclipse de 1889. Dans le ciel légèrement voilé de Fundium, la couronne parut blanc d'argent (Fowler); au Chili, à travers une atmosphère très pure, on la vit aussi plutôt blanche que rouge, mais d'un blanc pâle et comme nacré.

C'était d'abord, immédiatement au-dessus de la chromosphère, la couronne intérieure avec son éclat éblouissant, plus

(1) Cette Revue, octobre 1892. J.-D. Lucas, S. J., *Photographie des protubérances solaires.*

vif encore aux points où brillaient les protubérances. Cette première portion avait une altitude assez uniforme et formait un anneau d'environ 4′ de largeur, plus ou moins nettement séparé de la couronne extérieure. De cette base de feu s'élançaient quatre jets incandescents *(streamers)*; deux d'entre eux, ceux de l'hémisphère sud, avaient 15 minutes d'arc, soit une longueur égale à un demi-diamètre solaire. De toutes parts, des filaments lumineux, nombreux surtout dans les régions polaires. Comme fond général, déchiré ici et là par quelques fentes sombres *(rifts)*, la couronne extérieure, d'un contour beaucoup plus irrégulier que celui de la couronne intérieure, pourtant assez uniformément distribuée autour du disque lunaire et dans ces grandes extensions équatoriales observées en 1878 et 1889, mais plus large, dans son ensemble, qu'en ces deux occasions, ainsi qu'on pouvait s'y attendre en cette période d'activité solaire exagérée. Des négatifs de la mission française de Fundium montrent des jets coronaux longs de deux diamètres solaires: bien plus, sur une des épreuves (18 pouces sur 22) rapportées du Chili, le disque lunaire a 4 pouces de diamètre et le reste de la plaque est couvert par la couronne. (Deslandres, Kearney, Pickering, Schaeberle.)

M. Pickering compare volontiers le coup d'œil d'ensemble offert par la couronne en avril dernier à celui de l'éclipse de 1871 comme l'a dessinée le capitaine Tupman; au point de vue de la complexité, il la rapproche de celle observée par Liais en 1857.

D'après M. de la Baume, " le dessin de la couronne n'était pas celui qu'on attendait. Dans les éclipses précédentes, en effet, les panaches étaient disposés à peu près symétriquement par rapport à un axe qui coïncidait, à quelques degrés près, avec l'axe de rotation du Soleil. Cette symétrie, très marquée à l'époque des minima des taches, est moins apparente, il est vrai, aux époques d'activité solaire maximum (comme est celle que nous traversons actuellement). Mais, au mois d'avril dernier, la couronne, au lieu d'être symétrique par rapport à l'axe du soleil, présentait un axe de symétrie très apparent suivant son équateur. Cette structure est très rare, et la couronne de 1882, observée aussi à un maximum de taches, est la seule qui présente un caractère analogue quoique moins marqué. „

Cette symétrie équatoriale paraît n'avoir pas beaucoup attiré l'attention des observateurs. On a noté surtout, nous l'avons dit, l'absence des grands appendices équatoriaux vus en 1878 et

1889, et caractéristiques des époques d'activité minimum; la distribution de la couronne a été signalée, en général, comme ayant été uniforme autour du disque lunaire, semblable, en un mot, à ce qui avait été observé aux époques de maximum (Fowler; Deslandres). Aussi M. Fowler, prenant précisément le contre-pied de la conclusion de M. de la Baume, avant d'ailleurs que celle-ci eût été formulée, n'hésitait-il pas à déclarer que le contour de l'atmosphère coronale avait été exactement celui auquel on s'attendait.

Quoi qu'il en soit, M. de la Baume et tous les observateurs s'accordent à dire qu'une fois de plus la forme de la couronne s'est montrée soumise à une certaine périodicité liée à celle des taches solaires. Aux époques de minimum des taches, la couronne est symétrique par rapport à l'axe polaire du Soleil. Aux maximum, cette symétrie disparaît, diront les uns, et la distribution de la couronne est uniforme; cette symétrie polaire est moins apparente, dira M. de la Baume, elle peut même faire place à une symétrie équatoriale nettement marquée.

L'étude attentive des dessins de la couronne aux anciennes éclipses, des documents récemment recueillis et de ceux que l'avenir fournira, décidera du choix à faire entre ces deux énoncés.

Les théories de la couronne devant les faits. — Deux astronomes américains n'avaient pas attendu l'événement pour prédire, d'une façon très précise, quelle serait la forme de la couronne en avril 1893.

Il y a trois ans, M. Schaeberle, que nous avons vu observer l'éclipse au Chili, présenta au monde savant une théorie mécanique de la couronne. Pour lui, les différences d'aspect notées aux diverses éclipses sont dues à des variations de perspective. La situation des lignes de totalité relativement au plan de l'équateur solaire n'est pas toujours la même. Tantôt la Lune cache le Soleil à des régions placées au-dessus de ce plan, tantôt à des régions placées en dessous de ce plan, parfois aussi à des pays situés dans son prolongement. Dans chacun de ces cas, le point de vue changeant, la forme apparente de la couronne varie aussi (1). De tout l'ensemble de sa théorie, M. Schaeberle crut pouvoir déduire l'aspect général que la couronne présenterait

(1) *Lick Observatory. Report of the Solar Eclipse of December 1889*, J. M. Schaeberle : *A Mechanical Theory of the Solar Corona.*

aux observateurs de l'éclipse d'avril dernier, et il en publia le dessin dans le numéro de janvier de la revue *Astronomy and Astro-Physics.*

M. Fr. H. Bigelow, de son côté, imagina une théorie de la couronne basée sur l'hypothèse suivante : La couronne est constituée par une matière dont les molécules sont repoussées par le Soleil avec une force dont l'action est régie par la même loi que celle de la force électrique. Le savant auteur déduit de cette hypothèse que le Soleil doit avoir deux pôles de répulsion et un axe de polarisation. A l'intérieur du Soleil, les lignes de force sont parallèles à l'axe de polarisation; en dehors de la surface, leur courbure peut être calculée (1). Appliquées au problème de la détermination des éléments de la couronne pour le 15-16 avril 1893, les formules de M. Bigelow lui en donnèrent le contour et les principaux détails; sa prédiction à cet égard se trouve dans la même revue, numéro de février.

Quel a été le verdict des faits sur ces deux prédictions?

D'après M. Schaeberle, sa théorie est entièrement confirmée par l'événement. Le télégramme par lequel il annonce à l'observatoire Lick l'heureux succès de sa mission au Chili, porte ces mots : " The preliminary results are a strong confirmation of my mechanical theory of the corona... „

Les autres observateurs paraissent être d'un avis bien différent. M. Pickering remarque que, dans le dessin de M. Schaeberle, les jets coronaux sont plus courts aux pôles qu'à l'équateur, tandis que les photographies montrent l'inverse; et, en général, dans la couronne d'avril, il n'y avait pas " de *trace* de la plus légère ressemblance avec l'esquisse présentée „. M. Fowler et M. Taylor se sont exprimés de même à la réunion de juillet de la *British Astronomical Association.*

M. de la Baume estime que les prévisions de M. Schaeberle, pas plus que celles de M. Bigelow, ne se sont réalisées.

Changements de forme de la couronne. — M. Wesley, que nous avons vu plus haut occupé à comparer les photographies de la couronne obtenues au Chili, au Brésil et en Afrique, se sent incliné à admettre la possibilité de certaines modifications survenues dans la couronne pendant la durée même de l'éclipse.

Intensité actinique de la lumière coronale. — M. de la Baume conclut de ses expériences que la quantité de lumière envoyée

(1) NATURE (Londres), XLIV. Fr. H. Bigelow, *Polarisation Theory of the Solar Corona*, p. 452.

par la couronne a été à peu près égale à celle qui aurait été envoyée par une source de lumière trois fois et demie plus intense que la lampe étalon (acétate d'amyle) placée à 1 mètre de distance de l'instrument. Cette évaluation laisse nécessairement à désirer, car, le ciel étant légèrement voilé lors de l'éclipse, le phénomène ne s'est pas manifesté dans toute sa splendeur.

Spectre de la couronne; raies noires de Fraunhofer. — Les tentatives faites par M. Deslandres pour photographier le spectre de la couronne dans toute son étendue, et jusque dans la région ultra-violette non encore explorée, ont parfaitement réussi. La limite la plus réfrangible du spectre solaire a été atteinte dans ces essais, et quinze raies nouvelles, au moins, de la couronne et de la chromosphère ont été découvertes. Quoique faites avec une dispersion notable, ces épreuves spectrales de la couronne ne montrent aucune raie noire du spectre solaire. La lumière coronale y paraît formée simplement de raies brillantes et d'un spectre continu intense. Même résultat pour M. Fowler.

Mais M. de la Baume trouve les raies fraunhoférienne obscures sur les plaques obtenues par M. Pasteur. Ces épreuves montrent deux parties distinctes formant comme deux spectres superposés. Le spectre inférieur, très intense, se rapporte aux parties basses de la couronne. Le spectre supérieur, beaucoup plus faible, répond aux parties moyennes. On y découvre, dans la partie la plus actinique, depuis la région F, G, H et jusque dans l'ultra-violet, les principales raies noires du spectre solaire; leur nombre est assez considérable et ne peut laisser aucun doute.

La présence des raies de Fraunhofer dans le spectre coronal vient confirmer les observations que fit M. Janssen en 1871 et 1883 et qui lui permirent d'affirmer la présence de la lumière solaire réfléchie dans la couronne. Il en concluait dès lors, à bon droit, que les phénomènes coronaux ne sont pas dus à des effets de diffraction, mais à la présence d'un milieu gazeux incandescent. Aujourd'hui que ces raies noires viennent d'être de nouveau fixées par la photographie, on peut considérer le fait de la réflexion de la lumière solaire sur la matière de l'atmosphère coronale comme définitivement établi. Mais on doit ajouter que ce phénomène de réflexion, qui est un phénomène de faible intensité et d'observation délicate, ne peut se constater que dans certaines parties de la couronne. Il faut travailler sur des régions où l'émission lumineuse n'est pas trop forte et où cependant la densité du milieu est encore assez grande pour permettre

une réflexion suffisamment abondante. En outre, l'appareil spectroscopique employé doit donner au spectre une dispersion et une intensité bien appropriées à la manifestation du phénomène. Ces considérations expliquent la rareté des circonstances dans lesquelles les raies noires ont été vues (on cite les éclipses de 1871, Janssen; de 1878, de 1882, Schuster, photographie: de 1883, Janssen).

Rotation de la couronne. — Quant à la rotation de la couronne, l'épreuve obtenue par M. Deslandres montre juxtaposés les spectres de deux points opposés de la couronne, situés dans le plan équatorial de l'astre, à une distance égale aux 2/3 de son diamètre. Or les spectres ont un léger déplacement qui, mesuré sur les lieux avec un petit micromètre, correspond à une différence de vitesse de 5 à 7 kilomètres. La conclusion à tirer de cette expérience serait que la couronne suit à peu près le disque dans son mouvement.

Ce résultat est nouveau, mais chacun sent qu'une mesure où l'erreur reconnue possible atteint le tiers du résultat demande à être reprise avec soin. Peut-être faudra-t-il même, pour arriver à une conclusion solide, attendre la prochaine éclipse, ou bien la réussite des essais tentés actuellement pour photographier la couronne en dehors des éclipses.

III. Conclusions.

Résumons brièvement, en quelques propositions, les faits principaux qui ressortent des observations faites pendant l'éclipse du 15-16 avril 1893.

1° La présence de la lumière solaire réfléchie peut être affirmée dans la couronne. Janssen.

2° On a quelque raison de croire que la couronne suit à peu près le disque dans son mouvement. Deslandres.

3° Les variations de forme de la couronne sont soumises à une certaine périodicité liée à celle de la fréquence des taches. Aux minimum des taches, la couronne est symétrique par rapport à l'axe de rotation du Soleil et montre de grandes extensions équatoriales. Aux maximum, cette symétrie polaire est certainement moins apparente; peut-être fait-elle place à une symétrie équatoriale; peut-être aussi la distribution de la couronne est-elle simplement uniforme autour du disque lunaire. De la Baume, Fowler.

Il n'est pas douteux que l'étude ultérieure des documents

rassemblés par les diverses expéditions ne fournisse de nouveaux renseignements sur la nature de la couche à réversion, de la chromosphère, des éruptions protubérantielles et de l'atmosphère coronale. De l'avis de M. Pickering, les photographies spectrales des protubérances et de la couronne obtenues en avril dernier sont spécialement pleines de promesses. Nous aurons soin de tenir nos lecteurs au courant des conclusions importantes que l'on réussira à en dégager.

J.-D. Lucas, S. J.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

Le terrain jurassique en Océanie. — Une découverte, aussi intéressante par ses conséquences qu'originale par la façon dont elle a été faite, vient d'être communiquée au monde géologique par M. Rothpletz (1). Au cours d'un voyage dans les Indes orientales, M. Wichmann, ayant eu l'occasion d'explorer la petite île de Rotti, située au sud de Timor, a trouvé, parmi les pierres rejetées par des volcans de boue, de nombreux blocs contenant des fossiles jurassiques parfaitement conservés. Au nombre de ces fossiles figurent des ammonites, appartenant aux genres *Schlotheimia*, *Arietites*, *Harpoceras*, *Coeloceras* et, par conséquent, caractéristiques du lias inférieur et supérieur. Même quelques échantillons ont pu être identifiés avec des espèces européennes, savoir *Arietites geometricus* du sinémurien, *Harpoceras Eseri* et *Coeloceras commune* du toarcien. De plus, l'une des bélemnites trouvées appartient à *Belemnites Gerardi*, espèce caractéristique du callovien de Cutch, dans l'Inde, et de celui de l'Himalaya.

Des conséquences d'une grande portée découlent de cette trouvaille. On savait déjà qu'aux époques carboniférienne, permienne et triasique, l'Inde et l'Australie avaient fait partie, avec l'Afrique australe, d'un vaste continent, sur lequel prospérait une flore très spéciale, dite flore à *Glossopteris*. Des dépôts marins, échelonnés depuis l'Himalaya jusqu'en Nouvelle-Calédonie et en Nouvelle-Zélande, montraient que le bord de ce continent différait peu du rivage septentrional de l'Australie, et ainsi on pouvait affirmer que le Pacifique, dans son dessin actuel, était

(1) *Palaeontographica*, 1892.

le plus ancien océan du globe. Mais on manquait de documents postérieurs au trias et ce n'est que contre la chaîne des Andes que des dépôts marins jurassiques avaient été signalés. La découverte de M. Wichmann vient confirmer ce qu'il était légitime de penser, et de plus elle tend à prouver que la communication de la mer jurassique du Pacifique avec l'Europe devait se faire par la région himalayenne.

Il faut ajouter que M. Wichmann a observé en place, sur les falaises de l'île de Rotti, des calcaires triasiques remplis de *Monotis salinaria* et d'*Halobia Lommeli*. Enfin le permien marin, à *Arcestes megaphyllus, Cyclolobus* et *Phillipsia,* existe à Timor, et des blocs de la même formation, avec *Fenestella* et *Entrochus,* se trouvent parmi les matériaux rejetés par un volcan de boue de la presqu'île Landu, à Rotti.

Ces trouvailles sont encourageantes, et donnent lieu d'espérer qu'une exploration plus détaillée des régions volcaniques de la Polynésie comblerait quelques-unes des lacunes que présentent nos connaissances géologiques relativement à l'histoire du Pacifique dans les temps secondaires.

La géologie des Alpes occidentales. — La géologie alpine s'est enrichie cette année de plusieurs travaux d'une grande valeur. Au premier rang, il convient de mentionner l'*Étude des chaînes subalpines entre Gap et Digne,* publiée par M. Haug (1), et les *Notes sur l'histoire et la structure des chaînes alpines de la Maurienne, du Briançonnais et des régions adjacentes,* par M. Kilian (2).

Ces travaux ont mis en lumière le mode très intéressant de distribution des différents *facies* du terrain jurassique dans les Alpes occidentales et les conséquences qu'on en peut tirer relativement à la géographie de la région à cette époque. C'est surtout pendant la période liasique que la distribution des sédiments a été bien ordonnée. Ils se répartissent suivant trois bandes, parallèles entre elles et suivant le contour du massif cristallin des Alpes.

La première bande, dite du *Briançonnais,* est caractérisée par des calcaires souvent bréchoïdes, parfois coralligènes, dépourvus de céphalopodes, mais riches en brachiopodes. C'est dans cette bande que M. Kilian a signalé un horizon franchement coralligène, à polypiers nombreux et à brachiopodes du lias moyen. Le

(1) *Bulletin des services de la Carte géol. de France,* n° 21.
(2) *Bulletin de la Soc. géol. de France,* 3e série, XIX, p. 571.

caractère de cette bande est celui d'une formation voisine d'une chaîne de récifs, et le fait que cette zone, la plus rapprochée de la région des Alpes méridionales, où règne dans le lias le facies pélagique à céphalopodes, n'a rien de commun avec ce dernier facies, prouve qu'à cette époque le noyau cristallin des Alpes occidentales devait être émergé, élevant une barrière entre la méditerranée alpine et la mer liasique de l'occident.

Après la bande du Briançonnais vient celle du *Dauphiné,* où dominent les sédiments calcaréo-vaseux, riches en ammonites et bélemnites, et capables d'atteindre une épaisseur énorme, de plus de 2000 mètres en certains points. Cette bande est strictement limitée aux chaînes subalpines et ne pénètre pas dans l'intérieur des Grandes Alpes. On la suit sans peine depuis le Valais jusqu'au delà de Digne.

Enfin à l'extérieur se montre la zone *provençale,* où les sédiments, moins épais, attestent une moindre profondeur d'eau, confirmée par le grand développement des gryphées et des peignes. C'est un facies sublittoral, qui se suit facilement jusqu'à Nice, au nord du massif cristallin des Maures et de l'Esterel, certainement émergé à l'époque du lias.

Il résulte de cette disposition qu'au commencement de l'époque jurassique, tandis que le noyau cristallin des Alpes était émergé, un grand synclinal courbe en suivait la bordure extérieure, faisant naître une véritable fosse de sédimentation entre les Alpes, d'un côté, le Plateau Central et les Maures, de l'autre.

Ainsi cette courbure, qui est le trait fondamental du soulèvement des Alpes occidentales, était préparée dès les temps secondaires, et elle s'explique sans peine par l'influence du massif ancien, dont les Maures ne présentent plus qu'un lambeau. Ce massif, aujourd'hui effondré, devait s'étendre, d'un côté dans la région tyrrhénienne, où existe encore le synclinal qui le sépare des Apennins, et, de l'autre, vers l'Espagne, qu'il reliait à la Provence sur l'emplacement du golfe du Lion.

Une fois de plus, on constate combien, dans leur dessin fondamental, les traits de la géographie actuelle peuvent être d'ancienne date, et à quel point la formation des montagnes est une œuvre de longue haleine, au lieu de résulter, comme on le croyait autrefois, d'un effort presque instantané.

Le trias alpin. — Une modification de très grande importance vient d'être apportée, par M. de Mojsisovics (1), à la

(1) *Sitzungsberichte der Akad. der Wissenschaften,* Wien, 1892.

classification du trias alpin. Dans ses travaux antérieurs, ce savant, frappé de la grande différence paléontologique que les calcaires de Hallstadt présentent avec ceux du versant italien, avait cru pouvoir établir qu'après le dépôt du muschelkalk des Alpes, pendant l'époque *norienne,* une barrière, ou tout au moins un seuil, avait dû diviser la mer triasique en deux provinces bien séparées : la province *juvavique* ou des environs de Salzbourg, et la province *méditerranéenne* proprement dite. Cette division avait d'ailleurs cessé dès l'époque suivante ou *carnienne.*

Une telle manière de voir se heurtait à une double difficulté : d'abord il était très malaisé de concevoir de quel côté la faune juvavique avait pu venir. Ensuite la présence, dans cette faune, de céphalopodes comme *Choristoceras,* destinés à ne plus reparaître ultérieurement que dans l'étage rhétien, pouvait à bon droit sembler un anachronisme.

La difficulté est aujourd'hui levée par de nouvelles observations de M. de Mojsisovics. La stratigraphie très compliquée du Salzkammergut l'avait autrefois induit en erreur. Il y a renversement à Hallstadt, et le norien juvavique de cette localité est, en fait, postérieur au norien. La distinction de deux provinces alpines n'a donc plus de raison d'être. En revanche, il convient d'introduire dans la nomenclature un nouvel étage, dit *juvavien,* lequel, comprenant les couches autrefois considérées comme noriennes à Hallstadt, établit la transition entre le trias proprement dit et le rhétien. A cet étage correspondrait, dans la région germanique, la partie supérieure du Keuper.

A. DE LAPPARENT.

Le Boghead d'Autun. — La curieuse matière connue sous le nom de *boghead* constitue à la partie supérieure du permien d'Autun une couche d'environ 25 centimètres d'épaisseur. Diverses hypothèses ont été émises pour expliquer la formation de ce dépôt. On le considérait tantôt comme une coulée de bitume fluide, tantôt comme une accumulation de matières gommeuses dans une bouillie végétale. MM. Bertrand et Renault (1), voulant élucider définitivement la question, ont fait une minutieuse étude microscopique du boghead. Ils ont reconnu qu'il se compose des corps suivants : les trois quarts du boghead sont

(1) ANNALES DE LA SOC. GÉOL. DU NORD, 1892.

constitués par des corps jaunes qui sont des thalles d'une algue gélatineuse inférieure, appelée *Pila bibractensis,* analogue aux fleurs d'eau actuelles. Ces algues sont sous forme de pelotes ellipsoïdes et disposées en lits, au nombre d'à peu près 1800 dans la couche. On trouve en outre de minces écailles qui sont des grains de pollen macérés de *Cordaïtes*. Le restant de la masse du boghead est formé par une matière brune grumeleuse englobant des débris végétaux étrangers et qui paraît analogue aux précipités ulmiques que les eaux noires de l'Amérique tropicale abandonnent à leur réunion avec les eaux calcaires.

En résumé donc, les couches permiennes supérieures d'Autun paraissent s'être formées dans un lac. A un moment donné, une végétation abondante de Pila y a pris naissance. Ces Pila tombaient au fond du lac où elles continuaient à vivre en s'entassant et en se mêlant aux matières ulmiques qui se précipitaient, ainsi qu'aux grains de pollen amenés par des pluies de pollen des forêts de Cordaïtes avoisinant le lac.

Dans une localité, le boghead encore mou a été pénétré par des infiltrations noires qui ont été envahies par un organisme curieux, le *Bretonia Hardingheni*.

On trouve dans le boghead de curieuses concrétions siliceuses dont le mode de formation est bien mis en lumière par l'étude microscopique.

En effet, ces nodules contiennent les mêmes lits de Pila que la couche de boghead. Ces nodules ne sont donc pas des corps étrangers tombés dans la couche, mais ils proviennent d'une localisation de la silice dans des parties de la couche. De plus, les caractères particuliers des restes de Pila dans ces concrétions montrent que cette localisation de silice a eu lieu après que le boghead était déjà solidifié et craquelé.

On trouve aussi dans le boghead des restes de poissons *(Palaeoniscus)*.

Composition microscopique du calcaire de Wenlock. — M. Whetered (1) a examiné au microscope de nombreuses plaques minces taillées dans le calcaire silurien de Wenlock provenant du sud-ouest de l'Angleterre. Ses recherches ont porté sur des variétés de calcaire que, d'après leur aspect extérieur, il appelle : calcaire massif; — calcaire en petits bancs; — calcaire noduleux. Il a reconnu que dans ces calcaires on trouve une quantité considérale de fragments de crinoïdes. Ensuite, par

(1) Quarterly Journal Geol. Soc. London, t. XLIX, 1893, p. 236.

rang d'importance, viennent des fragments de coquilles, d'ostracodes, puis des polyzoaires ; et enfin un organisme de classement douteux, les *Girnavella,* contribue pour beaucoup à édifier ces calcaires. C'est à ces organismes que M. Whetered attribue la production, dans certains de ces calcaires de Wenlock, de la structure appelée pisolitique ou plus proprement oolithique. Avec ces éléments d'origine organique on trouve des quantités plus ou moins considérables de résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique, se composant de grains de quartz, d'argile, de silice amorphe, etc. Les recherches de M. Whetered présentent un grand intérêt, car elles nous fournissent de précieux renseignements sur une question encore bien débattue, l'origine des calcaires anciens. Elles montrent, pour les calcaires de Wenlock du moins, que l'activité organique a beaucoup contribué à édifier ces calcaires.

Cailloux scandinaves dans le drift anglais. — Un géologue danois, M. Madsen (1), en visitant Cromer, a reconnu la présence, dans le drift de cette localité, de cailloux de roches porphyriques et granitiques provenant probablement de Norvège, des environs de Christiania. On sait que l'on a reconnu la présence de nombreuses roches scandinaves dans le nord de l'Angleterre, mais la présence de ces roches dans une localité plus méridionale comme Cromer est un fait intéressant. Il concorde avec les découvertes récentes de géologues allemands et belges, montrant la dispersion, à l'époque glaciaire, des roches scandinaves beaucoup plus au sud qu'on ne le croyait.

Découverte du carbonifère dans le désert égyptien. — On sait combien sont rares les gisements de carbonifère dûment constatés dans la région équatoriale; aussi il est intéressant de voir M. Walther (2) signaler la rencontre, près de l'Uadi-el-Arabab, de toute une faunule absolument carbonifère. Les fossiles se trouvent dans un petit banc de calcaire à crinoïdes reposant sur un ensemble de grès et de masses gypsifères, et surmonté lui-même des mêmes roches (avec troncs d'arbres fossiles) passant à l'étage crétacé. Comme on le voit, la composition lithologique de ces roches carbonifères égyptiennes diffère considérablement de celle des régions classiques européennes.

(1) Quarterly Journal Geol. Soc. London, t. XLIX, 1893.
(2) Zeitschrift der deutschen geol. Ges., t. XLII, p. 419.

Cette découverte présente encore de l'importance en fixant l'âge d'une partie de cette formation, appelée grès de Nubie, si développée dans cette partie de l'Afrique. Ces grès sont donc en partie carbonifères. Le restant au-dessus pourrait correspondre à tout ou partie des systèmes intermédiaires entre le carbonifère et le crétacé.

Température des laves. — Lors de l'éruption de l'Etna en 1892, M. Bartoli (1), à l'observatoire Moncalieri, a fait des expériences sur la température des laves. La plus haute chaleur observée a été de 1060°, à un mètre de profondeur dans la lave, à 200 mètres de son point d'émersion. Plus loin, la température s'abaissait à 990° et à 970°. Après deux ou trois kilomètres de parcours, la température tombait à 200°.

Origine glaciaire des brèches du houiller de France. — M. Julien (2), par une étude approfondie, a reconnu une origine glaciaire aux brèches que l'on trouve si abondamment intercalées dans les bassins houillers du centre de la France. Il se base pour cela sur les faits suivants : Dans certaines brèches houillères, le mode d'accumulation des blocs est exactement le même que dans certaines moraines glaciaires actuelles. Les blocs y ont les mêmes formes anguleuses, et on y trouve aussi des surfaces frottées et striées comme dans les moraines.

Formation des oolithes. — En examinant les oolithes calcaires qui constituent les matériaux de la plage de Garfield (3), sur le bout du Grand Lac-Salé, M. Rothpletz a reconnu que les oolithes qui sont immergées dans l'eau du lac sont recouvertes d'algues d'un vert bleu qui appartiennent aux genres *Gloeocapsa* et *Gloeotheca*. Ces genres sécrètent du calcaire, et en examinant les masses calcaires produites par ces algues, il a reconnu que leur constitution est identique avec celle des oolithes calcaires de la plage. Poursuivant cette étude, M. Rothpletz a examiné les oolithes des bords de la mer Rouge et a constaté qu'elles présentaient sensiblement la même structure. Enfin, il a également reconnu cette structure dans certains calcaires oolithiques. M. Wethered et M. Bleicher avaient déjà signalé

(1) Boll. del Osservatorio centrale di Moncalieri (sér. 2), t. XII.
(2) Comptes rendus Acad. des Sciences de Paris, 1893.
(3) Botanisches Centralblatt, t. XIII, Jahrgang.

également des oolithes calcaires présentant les mêmes caractères. Partant de là, M. Rothpletz croit pouvoir affirmer que la plupart des oolithes à structure à la fois concentrique et radiale doivent leur origine à des plantes.

X. STAINIER.

GÉOGRAPHIE.

Du Sénégal à la Tripolitaine, par le commandant Monteil (1). — Le 5 août 1890, la France avait passé avec l'Angleterre une convention qui délimitait leurs zones d'influence au Soudan.

La ligne de démarcation partait de Say sur le Niger et aboutissait au lac Tchad, à Barrua, laissant au sud de cette ligne ce qui appartient équitablement à l'empire de Sokoto. Le commandant Monteil, de l'infanterie de marine, fut chargé par le sous-secrétaire d'État aux colonies de la reconnaissance de cette ligne.

Le Sénégal fut pris pour base d'opérations. Parti de France le 20 septembre 1890, l'officier français arrivait à Saint-Louis du Sénégal le 9 octobre 1890. Moins de deux mois après il se trouvait à Ségou, à 1600 kilomètres de la côte.

Il passa successivement par San, grand marché où transitent les produits des pays de Kong et de Gandia (N. du Dahomey) en destination du Macina et de Tombouctou; par Sikasso, résidence de Thiéba, et le 28 avril par Uaghadugu, capitale du Mossi, où n'avaient pénétré jusqu'à ce jour que deux Français, le docteur Crozat, mort à la peine, et le capitaine Binger, dont l'exploration a tant contribué à la connaissance de la grande boucle du Niger.

Après bien des déboires résultant de la mort de ses bœufs et de ses chevaux et de l'ostracisme dont il était victime de la part des grands chefs, Monteil arriva à Ura-Guéladjio, où il reçut une généreuse hospitalité, et après une étape de 40 à 45 kilomètres, à Say, sur le Niger. Il résolvait ainsi, le premier, le problème géographique de la traversée de la boucle de ce fleuve.

(1) COMPTE-RENDU DES SÉANCES DE LA SOCIÉTÉ DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, 1893, pp. 54-82 et 3 croquis.

Le 27 août, l'expédition quittait Say et franchissait le Niger, majestueux cours d'eau large de 401 mètres et profond de 5 à 6. La région est traversée par de nombreuses caravanes, venues de Kano en destination du Gandia. Elles achètent la noix de kola qui fait l'objet d'un commerce considérable au Soudan, et est, avec le sel, la base de tous les échanges. Pour assurer leur passage, ces caravanes se laissent malheureusement rançonner au point qu'elles perdent en route les deux tiers de leur chargement. Conséquence : la noix de kola, dont la valeur est de 5 cauries dans le Gandia, en coûte 250 à Kouka (1000 cauries valent un franc).

La colonne arriva à Sokoto, qui n'est pas un marché, désorganisée par les marches et la maladie. Monteil reçut un accueil enthousiaste. Il prêta à Lam-Dioulbé, le commandeur des croyants du Soudan, pour 1500 francs de marchandises, à payer en une traite sur Kano, qui fut d'ailleurs protestée, mais finalement payée. De son côté, il put donner en paiement des bons sur cette ville. — On ne s'attendait guère à trouver au fond de l'Afrique cette institution du papier-monnaie.

Kano fut atteint le 23 novembre 1891 : on y séjourna jusqu'au 19 février 1892. Le 10 avril, Monteil entra à Kouka, ville de 40 000 à 50 000 habitants. Dans ces deux villes, les seuls grands marchés du Soudan, tous les Arabes détenteurs de marchandises sont les représentants de maisons européennes de Tunis et de la côte méditerranéenne. Le séjour à Kouka se prolongea jusqu'au 15 août 1892. A cette date, l'officier de marine se mit en marche vers la Tripolitaine à travers le désert. Au bout de vingt-cinq jours, on arriva au seul point de station dans le Sahara, l'oasis de Kaouar. C'est un immense rocher au pied duquel pousse quelque végétation préservée des vents du nord-est. L'oasis a 80 kilomètres de longueur et 8 à 10 de largeur. On y fit halte du 12 au 29 septembre.

Au sud de l'oasis, on exploite les célèbres gisements de sel de Bilma; ils alimentent une partie du Sahara et du Soudan.

La seconde série de marches dans le désert, où la roche semble remplacer le sable, réserva à la caravane des fatigues plus considérables encore. Tous les animaux succombèrent, sauf deux. Après avoir traversé Gatroun, Mourzouk, Sokua, l'explorateur arriva à Tripoli le 10 décembre 1892. C'est un voyage de plus de deux ans sur la terre africaine.

Voici, résumés d'après le général Derrécagaix et le commandant Monteil, les résultats géographiques de la belle exploration

de l'officier. D'une façon générale, un solide faisceau est formé des deux groupes d'expéditions dirigées depuis quelques années du nord et de l'ouest vers le Soudan : Binger, Crozat, Caron, René Caillé, Barth, Vogel, Staundiger, Nachtigal, etc.

C'est surtout la partie comprise entre Ségou-Sikoro et le lac Tchad qui constitue un véritable voyage de découvertes. La représentation de cette partie du sol africain ne reposait encore que sur des données indécises. Grâce aux 120 points environ qui viennent d'être relevés par coordonnées complètes, cette situation n'est plus.

Quant à la route du désert, une partie de sa direction a été rectifiée, ainsi que quelques latitudes erronées : Dilobela et Anaï (oasis de Kaouar) par exemple.

La marche de Ségou, sur le Niger, à Sikasso, par San, offre aux géographes l'avantage de recouper sur plusieurs points l'itinéraire indécis de René Caillé et permet d'en fixer le tracé avec plus d'exactitude.

D'Uaghadugu, dont il détermine de nouveau la position, jusqu'à Dori, dans le Liptako, le commandant a traversé des contrées où nul Européen n'avait pénétré.

Dori a été visité par Barth en 1854. Son itinéraire, retracé par Petermann, laissait des points indécis. Le lieutenant Caron a rectifié la position de Tinbouctou. Monteil rectifie celle de Dori.

Par sa marche sur Say, quelque peu différente de celle de Barth, il a fixé la direction de divers cours d'eau, en particulier du Sirba, et déterminé la distance entre les parties occidentale et orientale du cours sinueux du Niger.

De Say à Sokoto on a traversé une région jusque-là inaccessible à l'Européen, à travers le Djerma, le Maouri, le Kabbi. Entre Argungu et Sokoto a été relevé le cours du Mayo Kabbi, affluent du Niger resté inexploré.

Enfin, de Sokoto à Kano et à Kouka, l'itinéraire du commandant croise maintes fois soit celui de Barth, ce qui lui permet d'en rectifier plusieurs points importants, entre autres la position de Boko et le cours du Komadugu de Yo, tributaire du Tchad ; soit celui de Staundiger (1885), d'après lequel la même rivière passe à Kaura, Bakura et Gandi, tandis qu'il y a là deux rivières absolument distinctes dont les eaux forment le Mayo Kabbi.

Le cours supérieur de la Sanga (1). — Le lieutenant Mizon, de l'infanterie de marine, vient de voir couronnés les efforts qu'il

(1) Le Temps du 10 août 1892; — Compte rendu des séances de la Société

tentait depuis deux ans pour pénétrer dans l'Afrique centrale par le Niger et la Bénué. Parti le 10 septembre 1890 de Bordeaux, il est arrivé à Brazzaville le 27 avril 1892. C'est un parcours de 2000 kilomètres, dont 400 à 500 en pays inconnu. Le voyage n'a coûté que 100 000 à 115 000 francs.

Les résultats obtenus sont d'ordre politique et scientifique. Par son intelligente et sa prudente opiniâtreté, l'explorateur assure l'expansion coloniale de la France vers le bassin du Tchad. Mais en même temps il enrichit la carte d'Afrique centrale de données nouvelles fort importantes : physionomie de l'Adamaua, cours supérieur de la Bénué et de la Sanga, ligne de partage des eaux alimentant les bassins du Niger, de la Sannaga et du Congo.

L'Adamaua, que Barth a été le premier à visiter, est formé d'une suite de plateaux populeux, fertiles et élevés. L'altitude moyenne est de 1500 à 2500 mètres. Le pays est fort sain. Les habitants s'adonnent à l'élevage et à l'agriculture.

La Sanga (1) est un des plus importants affluents du Congo. Son cours est de 1200 à 1400 kilomètres. Il n'est dépassé que par l'Ubangi, le Kassaï et le Lomami. Par 3° 30′ 15″ lat. N. et 15° 19′ 51″ long. E. de Gr., donc au nord de la petite île de Comaza, située à 700 kilomètres d'Yola sur la Bénué, le cours d'eau est constitué par deux branches qui descendent du nord : le *Mambéré,* improprement appelé *Likéla,* à l'est, et le *Kadeï,* précédemment désigné sous le nom de *Massiépa,* à l'ouest. Sur le Mambéré, on trouve, par 4° lat. N., les rapides de Bania, formés par des îles couvertes de 30 à 40 villages. En amont de ces rapides il y a un bief navigable sur 200 kilomètres, où M. de Brazza est parvenu à hisser la chaloupe à vapeur, l'*Amiral Courbet.* Le Kadeï, formé de divers rivulets que Mizon a relevés, est la branche mère ; ses sources sont par 6° 30′ lat. N. environ. C'est vers ce point qne se trouve la ligne de partage entre les bassins de la Bénué et de la Sanga (1340 mètres d'altitude). Un peu en amont de son confluent avec le Mambéré, le Kadeï se grossit (r. g.) du *Bumbi,* sur lequel se trouve, par 4° 40′ lat. N. environ, l'important marché de Gasa.

DE GÉOGRAPHIE DE PARIS, 1892; — REVUE FRANÇAISE DE GÉOGRAPHIE, t. XV, pp. 197-202; 404; 409-411; 534-538; t. XVI, pp. 5-10; 14-17.

(1) Cfr REVUE DES QUESTIONS SCIENTIFIQUES, janvier 1892, pp. 319-329.

L'Ubangi (1). — La physionomie du bassin de ce grand affluent du Congo commence à se dessiner assez nettement (2). La crête de partage entre ce bassin et celui du Congo est rapprochée de l'Ubangi et de l'Uellé. Au sud de Banzyville, elle se trouve en moyenne à 150 mètres au-dessus du niveau de la rivière et semble s'abaisser par une pente insensible vers le Congo.

Grâce à M. Dybowski, on connaît la limite approximative des bassins du Congo et du Chari, au nord du grand coude de l'Ubangi. Elle passe au nord d'Yabanda, par 6° 20' lat. N., et consiste en une série de collines de 600 à 700 mètres d'altitude, faites de roches ferrugineuses (limonite globulifère et itabirite). A partir de 6° 30' lat. N. environ, tous les cours d'eau, au lieu de couler vers le sud-est, c'est-à-dire vers l'Ubangi, se dirigent vers le nord-ouest et appartiennent désormais au bassin du Chari. Ces nombreuses rivières prennent souvent l'aspect de véritables torrents dont le cours est à tout instant brisé par des roches de micaschiste.

Au point où M. Dybowski a franchi le Chari supérieur, donc un peu au sud de *Mahoru* (7°26'30" lat. S. et 20°14'44" long. E. de Gr.), le cours d'eau porte le nom de *Kukuru;* sa largeur n'est ici que d'une soixantaine de mètres; mais les fausses berges qui longent les rives de chaque côté indiquent qu'à l'époque des crues son étendue est trois ou quatre fois plus grande. Aux eaux basses il a encore 4 et 5 mètres de profondeur. Il est poissonneux. Près de Mahoru se dresse le *Pic Crampel,* rocher de 150 mètres de hauteur.

Par 7° lat. N. environ l'explorateur a traversé une forêt de véritables bambous ne mesurant pas moins de 15 à 20 mètres de haut.

Jusque Zongo, l'Ubangi est large et parsemé d'îles boisées, parmi lesquelles la grande île d'*Onanga,* 4°10' lat. N., 21°40'14" long. E. de Gr. C'est à la même latitude et par 21°15'14" long. E. que se trouve le poste français de Moboï. Les rives sont basses et garnies d'un rideau d'arbres qui arrête la vue.

A Zongo surgissent des montagnes escarpées. Entre les rives

(1) Capitaine G. Le Marinel. *Haut-Ubangi ou Ubangi-Dua.* Bulletin de la Société royale belge de géographie, 1893, pp. 5-41; — Dybowski. *Discours à la Société de géographie de Paris.* Compte rendu des séances de la Société de géographie de Paris, 1892, pp. 442-463 et une carte; — Nebout. *La Mission Crampel.* Le Tour du Monde, 2e semestre, 1892, pp. 1-16.

(2) Cfr Revue des questions scientifiques, juillet 1891, pp. 328-334.

resserrées existent des rapides ainsi constitués : de la rive française de l'Ubangi à Bangui se profile, jusqu'au milieu de la rivière qu'elle barre, une ligne de roches; au delà un chenal assez large, puis un îlot; derrière, un second chenal et une suite ininterrompue, un vrai semis de rochers. Toute la masse d'eau, comme comprimée en cet endroit, forme un courant d'une extrême violence.

Jusqu'à Mokoanghay la rivière reste resserrée entre des rives rocheuses; le lit est parsemé de rocs, et de ci de là se rencontrent quelques îles de peu d'importance. En amont de Mokoanghay la vallée s'élargit de nouveau.

" Les rives sont maintenant basses, herbues, et inondées au moment des crues ", d'après Le Marinel. Une simple rangée d'arbres borde le fleuve comme pour en dessiner les limites. Mais si l'on remonte encore, l'aspect se modifie de nouveau. A partir de l'embouchure du Kwango les rives se relèvent sensiblement et la vue s'étend sur une large vallée s'élevant doucement vers des crêtes montagneuses qu'on aperçoit dans le lointain. Ces mêmes rives s'abaissent de nouveau depuis le Kotto jusqu'à Yakoma. Toute cette contrée n'est qu'une vaste dépression de terrain où concourent les eaux du Bomu, du Bili, de l'Uellé et du Kotto.

Les deux branches mères de l'Ubangi confluent non loin d'Yakoma. L'Uellé coule sur un lit rocheux d'une largeur moyenne de 800 mètres. Son cours est barré d'obstacles de toute nature. Ses rives s'élèvent en pente douce.

Les agents de l'État ont poussé la reconnaissance du Bomu jusqu'au Chinko et remonté le Bali, qui n'a que 15 à 30 mètres de largeur sur 2 à 3 mètres de profondeur.

Le Bomu est généralement large de 400 à 500 mètres, mais il est beaucoup plus profond que l'Uellé. Si l'on remonte le Bomu de Yakoma à l'embouchure du Chinko, on rencontre une série d'obstacles bien déterminés : chutes de Hanssens, de Ngoufourou, de Monobungu, de Likassa, etc. Mais son lit ne forme pas, comme celui de l'Uellé, une sorte de rapide continu.

Le Haut-Ubangi, c'est-à-dire la partie du cours d'eau comprise entre Zongo et Yakoma, ne reçoit pas d'affluents importants de gauche; il n'en est pas de même de la rive droite. En aval de Bangui elle reçoit la *Mpoko,* reconnue et levée à la boussole par M. Nebout. Le 18 septembre 1891, son courant était d'une violence extrême près de l'embouchure. A cinq ou six journées plus en amont il diminue, et, sauf dans les courbes, il est

à peu près le même que celui de l'Ubangi. Brusquement il devient plus violent. De gros remous annoncent des rapides. Ils sont infranchissables aux pirogues sur une longueur d'un kilomètre. La violence du courant de la Mpoko est telle que Nebout a parcouru en huit heures, à la descente, 72 kilomètres, soit plus de cinq nœuds à l'heure.

L'*Ombella* et la *Kemo* ont été reconnues par Brunache. Le confluent de l'Ombella se trouve à 90 kilomètres environ en amont de Bangui. Comme la Mpoko, cette rivière est barrée non loin de son embouchure par des seuils rocheux qui produisent de nombreux rapides et rendent la navigation difficile et dangereuse. La Mpoko et l'Ombella ne constituent pas des voies de pénétration. Il n'en est pas de même de la Kemo, cours d'eau important qui reçoit plusieurs affluents. Elle débouche à l'Ubangi par 4° 55′ lat. N. et 19° 27′ long. E. de Gr. Sa direction générale est est-nord-1/4 nord-est. MM. Ponel et Brunache l'ont remontée jusque 6° 11′ lat. N. En amont de 6°17′, où elle cesse d'être navigable et où les Français ont une station (480 mètres d'altitude), la rivière s'infléchit vers l'ouest et court dans la direction de la ligne de partage des eaux entre le bassin du Congo et celui du Tchad.

Le régime des eaux dans le bassin de l'Ubangi se divise nettement en deux saisons : saison sèche et saison des tornades.

Presque à sec, aux eaux les plus basses, vers février-mars, l'Ubangi et ses grands tributaires subissent des crues considérables à l'époque des tornades et présentent donc aussi d'énormes variations de débit. Au confluent de l'Uellé et du Bomu, l'Ubangi a une largeur de 1800 mètres environ, une profondeur moyenne en février de $0^m,50$, sauf en un point où, sur quelques mètres de largeur, existe un petit canal central profond de 2 mètres au plus. Vers la fin d'octobre, le niveau de la rivière s'élève de 5 à 6 mètres, et la vitesse du courant est presque doublée. Le débit est donc 15 à 20 fois plus considérable qu'aux eaux basses. En 1892, la crue était de 12 mètres à l'étiage de Bangui.

Cette variation dans le débit des rivières, dit Le Marinel, change périodiquement l'aspect des rapides et des endroits où le lit est tourmenté. C'est ainsi que certains rapides n'existent plus aux eaux hautes, alors que d'autres sont infranchissables pour les steamers à cette époque.

La connaissance des rapides est nécessaire, même pour la navigation en pirogues, qui est dangereuse quand elle n'est pas

dirigée par des gens du pays. Aux hautes eaux on ne franchit les rapides de Zongo par steamer qu'en un seul endroit, près de l'îlot. On hale les pirogues le long des rochers au moyen de fortes lianes. Quoique la navigation à vapeur soit possible à Zongo et à Mokoanghay, situé à 70 kilomètres en amont, le gouvernement de l'État indépendant du Congo y a renoncé à cause des dangers qu'elle présente.

Les steamers sont bloqués devant le rapide de Banzyville pendant une bonne partie de l'année. Ils ne peuvent pas non plus remonter le Bomu et l'Uellé au delà des cataractes de Hanssens et des rapides des Pembélés. Encore la remonte ne peut se faire jusqu'en ces points que pendant quelques mois, à l'époque des hautes eaux. Les transports s'y font donc par pirogues ou par allèges manœuvrées par les indigènes. De ces deux rivières, c'est le Bomu qui se prête le mieux à la navigation.

F. Van Ortroy,
lieutenant de cavalerie.

CONGRÈS DE L'ASSOCIATION BRITANNIQUE

POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES (1893).

Tandis que les attraits de la grande exposition de Chicago, la crise financière de l'Amérique et d'autres circonstances plus spéciales concouraient à rendre moins nombreux, cette année, le Congrès de l'Association américaine pour l'avancement des sciences, l'Association anglaise de même nom peut, au contraire, se féliciter des conditions avantageuses dans lesquelles vient de se tenir la réunion de septembre 1893.

La ville de Nottingham n'a rien épargné qui pût contribuer au bien-être des membres, faciliter les travaux des différentes sections et aider dans la discussion des questions pleines d'intérêt dont allait s'occuper l'Association.

L'University College était le quartier général du congrès, et toutes les sections, à l'exception de trois, y trouvèrent place. Les séances des sciences expérimentales se tinrent dans les théâtres du Collège, bâtis et installés pour les démonstrations

illustrées de ces sciences. Les laboratoires servaient de salles d'exhibition des appareils scientifiques.

L'inauguration du congrès eut lieu le 13 septembre. Sir A. Geikie, jusqu'alors président de l'Association, présenta à l'assemblée son successeur, le professeur Burdon-Sanderson, de l'université d'Oxford.

Avant de donner lecture de son travail sur la *Biologie*, le nouveau président rappela à ses auditeurs le but de l'Association, ce qu'elle a accompli dans les soixante-deux années de son existence, et ce qui lui reste encore à accomplir.

" Nous sommes assemblés ce soir, dit-il, comme représentants des sciences ; tous, nous cherchons à accroître le champ des connaissances humaines au moyen des méthodes scientifiques. Notre lien commun est notre foi en la haute importance de la fin pour laquelle nous luttons, en son pouvoir inné de rendre l'homme plus sage, plus heureux, meilleur ; notre dessein, c'est de nous fortifier, de nous encourager les uns les autres dans nos efforts pour atteindre cette fin. Nous sommes venus apprendre les progrès accomplis dans les diverses branches placées hors du domaine de nos propres études scientifiques, étendre notre horizon, corriger les idées erronées résultant de la nécessité pour chacun de limiter son propre champ d'investigation; nous sommes venus surtout pour unir nos énergies éparpillées en une seule action combinée et efficace. „

L'orateur déplore les obstacles que la science rencontre, non seulement dans l'ignorance des masses, mais surtout dans les vues étroites de gens instruits qui ne voient dans ses découvertes que le côté utile et la valeur vénale.

Peu de membres, peut-être, se rendent compte de l'heureuse influence que l'Association a exercée pendant plus de cinquante ans pour le développement scientifique du pays. Il n'y a pas une seule grande question à laquelle elle soit restée étrangère, point de branche d'investigation qu'elle n'ait encouragée, point de grande découverte qu'elle n'ait accueillie.

Cependant l'Angleterre mérite encore le reproche de refuser les largesses nécessaires au développement de l'Association, et laisse à d'autres peuples l'avantage de récolter la moisson que ses enfants ont préparée.

Après quelques paroles d'encouragement, l'orateur passe au sujet propre de son discours : la Biologie, son origine, ses relations avec les autres branches des sciences exactes.

Treviranus fut le premier à se servir du mot " Biologie „. Il

consacra sa vie tout entière à fonder une science nouvelle dont le but serait d'étudier les formes et les phénomènes de la vie, son origine, les conditions et les lois de son existence. Les résultats de ses travaux remplissent sept volumes intitulés : *Biologie ou Philosophie de la nature vivante*.

L'idée d'organisme est le point de départ de la biologie ; elle regarde la plante, l'animal comme un organisme, et elle s'occupe avant tout de son activité ou mieux de ses énergies. Comme on peut d'ailleurs considérer l'action des organes soit dans leurs relations avec le monde extérieur, soit dans leurs rapports entre eux, la biologie se divise naturellement en deux branches parfaitement distinctes : l'*Œcologie* et la *Physiologie*. C'est de cette dernière que l'orateur va s'occuper.

D'après M. Burdon-Sanderson, il n'y eut point de véritable philosophie de la nature animée avant Darwin, ni de physiologie scientifique avant Jean Müller, qui professa à Berlin de 1833 à 1857.

Il s'accomplit durant ce temps un grand changement dans les idées que les biologistes se formaient du problème fondamental de la vie. Ce changement ne consistait pas seulement dans la substitution d'une théorie à une autre : c'était l'abandon de la théorie pour les faits, de la spéculation pour l'expérience. Müller, quoique jusqu'à la fin partisan des doctrines vitalistes, sentit cependant ses tendances devenir de jour en jour plus objectives, et son influence montra la voie aux hommes de la nouvelle génération en leur apprenant que mieux valait observer que philosopher.

La décade qui précéda avait vu, il est vrai, de grandes découvertes. Armé du microscope, Schwann constate la structure cellulaire des plantes et des animaux; Hugo Mohl donne le nom de *protoplasme* à la substance hyaline dont sont revêtues les cellules des plantes, mais nul ne songe que ce soit là le constituant essentiel de tout organisme vivant. Enfin il se crée une branche nouvelle d'études fondée sur les observations que le microscope avait rendues possibles : l'histologie, que Bowman, un de ses adeptes les plus dévoués et les plus heureux, appela l'anatomie physiologique.

La connaissance de la structure faisait penser à sa fonction, l'observation microscopique menait naturellement à l'expérience physiologique. Mais en même temps se fit sentir la nécessité de la spécialisation. On savait fort peu de chose sur les processus mêmes de la vie, quoique l'étude des conditions de structure

dont ils dépendent eût été rendue possible ; et même les faits connus en 1840 devaient être soumis à la vérification expérimentale.

Quelles furent les circonstances qui provoquèrent le changement complet de méthode? M. Burdon-Sanderson répond : L'idée que, quelque compliquées qu'elles soient, les conditions dans lesquelles se manifestent les énergies vitales peuvent être décomposées en processus identiques en nature à ceux du monde inanimé ; que l'analyse d'un processus vital en ses éléments physiques et chimiques, pour les comparer avec les types physiques et chimiques, est la seule méthode d'investigation qui puisse fournir d'heureux résultats.

Les progrès réalisés en chimie et en physique excitaient l'ardeur des jeunes physiologistes et leur donnaient une pleine confiance dans les résultats de l'application des méthodes expérimentales de ces sciences aux problèmes de physiologie.

M. Burdon-Sanderson complète son esquisse des premiers pas de la physiologie par quelques mots sur l'influence exercée par la théorie physiologique générale sur les progrès des recherches, et il continue en disant : “ Les recherches expérimentales, même les plus simples, sur les processus vitaux, présentent des difficultés. En dehors de la complexité des phénomènes et de l'incertitude résultant de la variabilité relative des conditions pour tout ce qui constitue l'organisme vivant, il y a cet autre inconvénient, que les expériences ne sont plus guidées par des lois bien établies, comme dans les sciences exactes, mais par le seul principe d'adaptation. Encore ce principe ne peut-il, comme une loi de physique, former la base d'une série de déductions ; il est seulement l'expression de la relation entre les causes excitantes extérieures et les réactions auxquelles elles donnent lieu, ce qui forme, selon Treviranus, le caractère essentiel de l'activité vitale „.

L'orateur est ainsi conduit à parler des *énergies spécifiques* de l'organisme, de son activité, donnant à ce terme d'*énergie* sa vieille acception, celle du mot dont il dérive. L'épithète *spécifique* indique mieux que toute autre la manière suivant laquelle se manifeste l'adaptation. Dans son sens le plus général, “ l'énergie spécifique „ d'une partie ou d'un organe est simplement l'action spéciale qui s'accomplit normalement. Cette action est réglée par l'intérêt de l'organisme total dont une cellule fait partie, et sa cause excitante ou stimulus consiste en quelque influence extérieure à l'organisme. C'est là une caractéristique

des organismes vivants qui semble être universelle. Comme d'ailleurs l'action de toute cellule ou organisme est provoquée dans l'intérêt de l'ensemble, l'organisme total doit être capable d'influencer chacune de ses parties pour régulariser leur action.

Les dernières recherches ont grandement diminué le nombre des cas où le mode d'action de cette influence reste inconnu. Il y a peu de difficulté à constater la nature de l'influence centrale exercée et sa relation avec la fonction normale que les Allemands ont nommée " libération des énergies spécifiques „. M. Burdon-Sanderson donne un ou deux exemples de cette réaction physiologique tirés des phénomènes de la vision.

Il parle ensuite de la psychologie expérimentale ou physiologique, domaine limitrophe non entre les faits et l'imagination, mais entre deux méthodes d'observation, où depuis quelques années se rencontrent le physiologiste et le psychologiste. Il résulte du progrès des recherches que le physiologiste devient de plus en plus le serviteur du psychologiste, et de moins en moins son directeur ; car les faits dont il s'occupe, en déterminant la nature des relations psychiques, ne sont révélés que par l'introspection et ne peuvent être atteints que par des méthodes qui sortent de sa sphère. Mais il est bon qu'ils travaillent tous deux ensemble, afin que leurs tendances respectives se corrigent et s'aident mutuellement.

Sous les titres de *Phototaxis* et de *Chemiotaxis,* l'orateur décrit quelques observations intéressantes; elles ont fait penser à quelques savants hardis que, même chez les êtres de l'ordre inférieur, on pourrait trouver des manifestations psychologiques et mentales. Les stimulants employés dans ces expériences, tels que la lumière, les courants électriques et les solutions chimiques, pouvaient être mesurés. Le *Bacterium photometricum* d'Engelmann est si amateur de la lumière que, si l'on place sous le microscope une goutte d'eau qui en contient, dès qu'un point lumineux est produit dans le champ du microscope, tous les individus s'y rendent, et leur grand nombre donne à ce point la couleur foncée du vin de Porto. Des effets analogues sont produits par les couleurs du spectre solaire ou par des solutions chimiques.

M. Burdon-Sanderson conclut son travail en disant que la biologie se distingue de toutes les autres sciences par le principe de l' " adaptation „. Dans le champ immense de ses recherches, son but n'est pas seulement d'examiner les relations entre le phénomène et les conditions qui l'accompagnent ou le suivent,

mais aussi d'acquérir cette connaissance pour l'appliquer constamment dans l'intérêt de l'organisme.

La section *A* de l'Association comprend les mathématiques et la physique. R. T. Glazebrook, son président, avant de développer le sujet de son travail, résume brièvement les événements de l'année qui peuvent intéresser ses collègues. Un cinquième satellite de Jupiter a été découvert et, au moyen du télescope de Lick, le professeur Barnard a pu le classer comme un astre de 13e grandeur, accomplissant sa révolution en 11 h. 57 m. 23 s. — Les résolutions votées à Édimbourg, en 1892, au sujet des mesures électriques, ont été adoptées par la France, l'Allemagne, l'Autriche, l'Italie, et tout récemment par le congrès de Chicago. — M. E. H. Griffiths a déterminé encore une fois l'équivalent mécanique de la chaleur, et ses travaux ont eu par surcroît cet autre résultat heureux de prouver le parfait accord entre son thermomètre à platine, le thermomètre à air et le thermomètre à nitrogène du bureau international de Sèvres. — Rowland a complété sa " Table de mesures d'ondes de la lumière ", et déterminé près de mille raies avec l'habileté et l'exactitude qui l'ont rendu célèbre. — M. Higgs a obtenu, avec le réseau de Rowland, d'admirables photographies du spectre solaire, dont il a achevé de dresser la carte. — Les expériences de lord Rayleigh sur l'intensité de la lumière réfléchie par les surfaces de l'eau et du mercure, sous une incidence presque perpendiculaire, jointes aux expériences de réflexion sur des surfaces liquides sous un angle presque égal à l'angle de polarisation, ont conduit à des résultats importants. Rien ne semble s'opposer à l'application rigoureuse des formules de Fresnel pour la lumière polarisée, au cas idéal d'une transition subite entre deux milieux également transparents. — Le grand ouvrage de Maxwell : *Électricité et magnétisme*, a été édité une troisième fois et complété par le professeur J. J. Thomson. — Le professeur Dewar, en s'occupant de la liquéfaction en grand de l'oxygène et de l'azote, a constaté les propriétés magnétiques de l'oxygène liquide, et conclu que la résistance de certains métaux purs disparaîtrait au zéro absolu.

Ensuite M. Glazebrook développe le sujet qu'il avait choisi pour son discours d'ouverture. Son intention était d'examiner où nous en sommes à l'égard des théories optiques et de résumer nos connaissances sur ce sujet.

Dès 1664, Hooke disait, dans son livre *Micographia* : " La lumière est un mouvement vibratoire rapide et court, se propa-

geant dans toutes les directions à travers un milieu homogène, et en ligne droite, comme les rayons d'une sphère. „ Il décrit même une expérience semblable à celle que Newton publia en 1672. Mais Hooke s'égara quand il voulut appliquer sa définition pour établir sa théorie des couleurs.

Newton, regardé comme le père de la théorie de l'émission, en déduisit avec une stricte logique les lois de la réflexion et de la réfraction; il l'appliqua avec une merveilleuse adresse pour expliquer les couleurs des plaques minces et épaisses et les phénomènes de la diffraction. Il serait pourtant injuste de dire que Newton crut trouver dans sa théorie une explication satisfaisante de tous les phénomènes de l'optique telle qu'il la connaissait; mais il voyait contre la théorie de Hooke une objection qui ne devait être écartée qu'un siècle plus tard.

En 1672, il répondait à une critique de Hooke : " Pour moi, la supposition fondamentale elle-même me semble une impossibilité: à savoir que des ondes de vibrations d'un fluide puissent, comme les rayons de la lumière, être propagées en ligne droite sans se répandre d'une façon continue et extravagante „, et sans entrer dans le milieu en repos qui les environne.

Huygens publia, en 1690, son grand *Traité de la lumière,* composé en 1678. Ses vues étaient plus claires que celles de Hooke; plusieurs de ses démonstrations seraient encore satisfaisantes aujourd'hui; il indiqua ce que la théorie des ondulations pourrait accomplir si elle résolvait le problème de la propagation rectiligne; mais il se trouva incapable de répondre à l'objection formulée par Newton, et pendant un siècle la théorie des ondulations resta stationnaire.

Enfin le principe de l'interférence fut découvert par Young, en 1801, et quelques années après par Fresnel, dont le génie triompha des difficultés qui avaient écrasé ses devanciers et établit la théorie ondulatoire, en combinant les principes de l'interférence avec ceux des vibrations transversales.

Il y a une grande différence entre la théorie de Newton et la théorie ondulatoire de Fresnel. La première était dynamique, et les particules lumineuses obéissaient aux lois du mouvement comme des particules matérielles. La théorie de Huygens et de Fresnel est géométrique ou cinématique; elle demande seulement que la lumière soit causée par des changements rapides et périodiques de quelque propriété *dirigée* d'un milieu capable de transmettre des vibrations transversales. Il est vrai que Fresnel essaya de donner une explication dynamique de la double réfrac-

tion, mais son essai ne réussit point. " Cependant. dit Stokes, quand on pense à l'état dans lequel Fresnel trouva cette question, et à celui dans lequel il la laissa, on s'étonne, non point de ce qu'il n'ait pu donner une théorie strictement dynamique, mais de ce qu'un seul esprit ait tant accompli. „

Mais le temps allait venir où l'on pourrait enfin essayer de former une théorie dynamique de la lumière. Navier en 1821 proposa la première théorie mathématique de l'élasticité; Poisson suivit ses traces, et en 1822 Cauchy publia son premier mémoire sur ce sujet. Les phénomènes de la lumière offraient une occasion de mettre à l'épreuve la théorie de l'élasticité, et la première conception mécanique de l'éther fut celle de Cauchy et de Neumann: l'éther, selon eux, est composé de particules distinctes et résistantes qui réagissent l'une sur l'autre avec les forces contenues dans la ligne qui les unit, les forces elles-mêmes variant en fonction des distances entre les particules. De ces hypothèses on aurait pu déduire une théorie mécanique de la lumière; mais ni les idées de Cauchy, ni celles de ses devanciers ne représentaient les faits réels, pas plus dans un solide élastique que dans l'éther. Bien que Green, en 1837, donnât une idée plus exacte de l'élasticité, la théorie élastique n'aboutit point. Cependant la question avait progressé depuis Fresnel; les causes de l'échec ont été reconnues; on a montré dans quel sens la théorie devait être modifiée.

" Je crois, dit l'orateur, que l'effort pour réduire une théorie à l'expression mathématique, pour concevoir un modèle comme expression concrète de la vérité, pour atteindre, autant que possible, ce qui se cache sous nos équations, est de la plus haute importance pour l'étudiant. Cette méthode, je le sais, a ses dangers. On pourrait croire que nous attribuons à la réalité les propriétés du modèle; que dans le cas de l'éther, par exemple, nous le regardons comme une collection de molécules gyrostatiques, de ressorts, de poulies ou de bandes élastiques, au lieu de le considérer au point de vue de Maxwell, qui disait de son propre modèle : " J'espère que quiconque reconnaît le caractère provi-
„ soire de l'hypothèse se trouvera aidé dans ses recherches
„ plutôt que retardé par ces fictions mécaniques. „

La théorie du solide élastique a échoué; mais sommes-nous encore une fois sans théorie mécanique de la lumière? En sommes-nous de nouveau réduits à écrire simplement des équations désignant par telle quantité l'amplitude des vibrations et par son carré l'intensité de la lumière? L'orateur examine alors

quelles qualités l'éther devrait avoir pour nous conduire par un raisonnement exact aux formules de la propagation lumineuse. Il croit trouver ces qualités dans l'*éther labile* de lord Kelvin; il conclut que nous avons quelque droit d'affirmer avec confiance une théorie mécanique de la lumière, et suggère que cette théorie pourrait être appliquée aux phénomènes du magnétisme et de l'électricité. Nous ne pouvons suivre l'orateur dans le développement de son idée, qui demanderait une description plus détaillée des conceptions de lord Kelvin.

Nous donnerons plus tard un résumé des discours d'inauguration prononcés dans les autres sections du congrès scientifique de Nottingham.

A. M.

NOTES

Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris, t. CXVII, juillet à octobre 1893.

N° 1. **Bouquet de la Grye.** Les phénomènes observés au cap Horn prouvent l'existence d'une influence luni-solaire sensible sur l'atmosphère. Cette action est apparente au cap Horn, parce que le milieu a une température uniforme sur tout le parallèle de 56° à une même date de l'année et que la variation de l'été à l'hiver est beaucoup moindre que dans nos climats.

Poincaré démontre qu'on peut transformer une courbe plane algébrique, par une transformation birationnelle, en une courbe gauche sans aucune singularité, ou en une courbe plane n'ayant d'autres singularités que des points doubles ordinaires.

A. de la Baume Pluvinel. L'observation de l'éclipse totale de Soleil du 16 avril prouve le fait de la réflexion de la lumière solaire sur la matière de l'atmosphère coronale.

A. d'Arsonval a imaginé l'autoconduction, méthode nouvelle d'électrisation des êtres vivants, dans laquelle ils sont soumis à des courants prenant naissance dans leurs propres tissus, qui jouent le rôle de circuit induit fermé sur lui-même. Ces courants sont obtenus en plongeant le sujet tout entier ou partiellement dans un champ magnétique oscillant, de très haute fréquence. Ces courants peuvent acquérir une puissance considérable, mais ils ne produisent aucune douleur, ni aucun phénomène conscient chez l'individu qui en est le siège, bien que la même quantité d'énergie électrique, sous forme de courants alternatifs à longues périodes, soit suffisante pour le foudroyer. L'autoconduction exerce une action très puissante sur les phénomènes intimes de la nutrition.

Ch. Rabot. Tandis que la Terre du Nord-Est, l'une des cinq îles principales composant le Spitzberg, est couverte d'une coupole glaciaire d'un seul tenant, analogue à l'inlandsis du Groenland, le Spitzberg occidental contient trois glaciers distincts, séparés par une vraie oasis recouverte d'une végétation relativement riche et habitée par de nombreux troupeaux de rennes.

N° 2. **Janssen** rappelle que les observations qu'il a faites à

Shoolor, lors de l'éclipse de décembre 1871, lui avaient permis de conclure avec certitude à l'existence d'une nouvelle atmosphère solaire, la couronne donnant lieu à la fois à des raies brillantes propres et à des raies obscures provenant de la réflexion de la lumière solaire sur le milieu coronal.

Boussinesq introduit naturellement les termes proportionnels aux déplacements de l'éther (termes de Briot) dans les équations du mouvement des ondes lumineuses, en supposant l'éther incomparablement plus divisé que la matière pondérable et pourvu de forces élastiques incomparablement plus courtes (ou exercées de bien plus près). (Voir aussi nos suivants.)

Amagat. (Voir aussi no 3.) La relation qui existe entre les coefficients des formules de Coulomb (magnétisme), de Laplace et d'Ampère, ne peut s'établir sans recourir à un postulat. Les expériences faites par Weber pour démontrer ce postulat ne sont pas assez précises pour être absolument probantes.

Bichat est nommé Correspondant de la section de physique.

Mittag-Leffler. L'équation différentielle la plus générale du second ordre où la dérivée seconde est une fonction entière de la première dérivée et de la fonction inconnue et dont l'intégrale est une fonction de caractère rationnel avec des pôles de multiplicité deux, se ramène à une équation de M. Picard et peut s'intégrer par la fonction elliptique de Weierstrass. **Painlevé** (no 4) établit des résultats analogues plus généraux.

M. Brillouin parvient à étudier les vibrations propres d'un milieu indéfiniment étendu extérieurement à un corps solide en mouvement.

Gouy. Les procédés de détermination des variations de la gravité dus à M. Berget, ne sont peut-être pas aussi précis qu'on pourrait le penser, parce qu'ils supposent résolu un problème extrêmement difficile : la réalisation d'une température constante pendant plusieurs heures.

No 3. **Poincaré**. Le théorème de Descartes et Euler sur les polyèdres peut s'étendre aux espaces à n dimensions. La somme du nombre des éléments de dimension paire est toujours égale à la somme du nombre des éléments de dimension impaire, si n est pair; leur différence est une fonction de n, quand ce nombre est impair.

L. Cailletet et E. Colardeau. La résistance opposée par un gaz comprimé au mouvement d'un plan est proportionnelle au carré de la vitesse, à la pression et à la densité du gaz.

R. Lépine et Metroz. Dans le sang diabétique, il y a diminution de l'énergie glycolitique.

Ludvig est nommé Correspondant de la section de médecine et de chirurgie.

E. Demarçay fait connaître des faits qui militent en faveur de la simplicité du samarium.

G. Rousseau a obtenu du diamant artificiel, à la pression ordinaire, en chauffant de l'acétylène dans l'arc électrique pendant quarante minutes.

N. Wedensky. En appliquant à un muscle contracté un même poids, on produit un allongement plus grand ou plus petit que celui qu'on obtient à l'état de repos, suivant la nature de l'irritant qu'on a appliqué au muscle. Le poids lui-même agit comme un irritant.

N° 4. **Defforges** tire les conclusions suivantes de quarante et une déterminations de l'intensité de la pesanteur faites en trente-cinq stations différentes. La pesanteur est distribuée très inégalement à la surface du globe. La loi de Clairaut, vraie dans l'ensemble, est presque partout masquée par des anomalies notables. La pesanteur présente des anomalies faibles sur les littoraux des diverses mers; elles sont constantes et caractéristiques pour un même littoral. Dans les îles, il y a excès considérable de la pesanteur; sur les continents, c'est l'inverse, et le défaut paraît croître proportionnellement à l'altitude et à la distance de la mer. On ne peut attribuer les anomalies de la pesanteur à des anomalies de la figure de la Terre; c'est donc à la géologie qu'il faut demander l'explication des irrégularités constatées.

D'Ocagne fait connaître une méthode nomographique applicable à des équations pouvant contenir jusque dix variables.

G. Meslin a obtenu des franges d'interférences rigoureusement achromatiques, par un procédé nouveau.

E. Hédon a pu détruire lentement le pancréas chez le lapin en ne produisant qu'une glycosurie passagère.

N° 5. **Colladon** est mort à Genève, à l'âge de 91 ans, le 31 juin 1893. Il est l'inventeur des machines qui ont servi à transporter la force par l'air comprimé dans le percement du mont Cenis et du mont Saint-Gothard; en 1827, il a déterminé, avec Sturm, la vitesse du son dans l'eau. On lui doit aussi la découverte du principe des fontaines lumineuses.

Daubrée. Dans les couches à pétrole des environs de Pechelbronn (Basse-Alsace), on constate des températures exceptionnellement élevées, par exemple, dans la forêt de Haguenau, 47,5 degrés à 305 mètres de profondeur, 60,6 degrés à 620 mètres. Ce phénomène singulier semble se rattacher à la même cause

que la présence du pétrole, c'est-à-dire à une influence particulièrement efficace, chimique ou autre, de l'activité interne du globe.

Dehérain. L'extrême résistance du blé à la sécheresse provient de ce que ses racines, en cas de nécessité, plongent jusqu'à deux mètres de profondeur dans le sol pour atteindre des couches suffisamment humides.

Mallet a réussi a donner à un ballon emportant trois personnes une surélévation de cent mètres, par l'emploi d'une petite hélice à propulsion verticale ne pesant que six kilogrammes.

N° 6. **Carvallo** a pu vérifier, sur la fluorine, l'exactitude de ses considérations théoriques touchant l'influence du terme de dispersion de Briot dans la détermination des indices de réfraction calorifique. Rubens et Snow ont aussi trouvé des résultats qui concordent avec les siens.

T. L. Phipson prétend que l'atmosphère terrestre primitive contenait seulement de l'azote et de l'acide carbonique; ce sont les végétaux qui ont extrait l'oxigène de l'acide carbonique et ont donné à l'air sa composition actuelle.

N° 7. **Lœwy** vient de publier un volume intitulé : *Recherches sur la détermination des constantes des clichés photographiques du ciel*, contenant la théorie de la réduction générale des clichés et du procédé qui permet de les rattacher les uns aux autres.

A. Chatin. Il existe, dans la Russie transcaucasique, une truffe (ou plutôt un Terfâ) appelée touboulane, qui est assez abondante pour remplir, dans cette région, un rôle important comme matière alimentaire. Elle a un marché à Tiflis et à Bakou et ne se vend que de dix à vingt centimes le kilogramme.

N° 8. **Charcot**, le célèbre physiologiste, est mort subitement.

A. Julien. La théorie de l'origine glaciaire des brèches houillères de la France s'accorde avec les vues de M. Grand'Eury sur la formation de la houille et les complète, en même temps qu'elle permet de résoudre diverses questions sur la stratigraphie de ces bassins.

N° 9. **Marey** est parvenu à étudier chronophotographiquement la locomotion des reptiles, des poissons, des insectes. On reconnaît chez la plupart de ces animaux le mouvement ondulatoire qui caractérise d'une manière tranchée la locomotion de la couleuvre.

Van der Mensbrugghe analyse la cause commune de la tension superficielle et de l'évaporation en faisant remarquer que, près de la surface d'un liquide, il y a moins de couples de

molécules du liquide qui s'attirent que dans l'intérieur du liquide même.

G. Humbert déduit d'un principe plus général sur les surfaces algébriques, la proposition suivante : Les surfaces susceptibles d'être engendrées par des cubiques planes, sont les surfaces du troisième ordre, les surfaces réglées du quatrième ordre et de genre un; une certaine surface du neuvième ordre. Le principe général est celui-ci : Sur une surface n'ayant pas d'intégrales de différentielles totales de première espèce, une série quelconque, simplement infinie, de courbes algébriques se coupant deux à deux en un ou plusieurs points mobiles, est comprise dans une série linéaire de courbes du même ordre.

N° 10. **Rateau.** Les continents constituent des espèces de cloches, très aplaties, gonflées et soutenues par les gaz intra-terrestres, tandis que le fond des océans repose directement sur le globe igné. Cette hypothèse hardie est, selon lui, d'accord avec les données de la géodésie et de la géologie.

N° 11. **Venukoff** signale, dans la province russe de Grodno, des variations étranges de la déclinaison magnétique: elle change de dix degrés sur une distance de 21 kilomètres.

N° 12. **F. Denza.** On peut conclure, de l'ensemble des observations italiennes, que l'apparition des étoiles filantes en août 1893 a été l'une des plus éclatantes qui aient été remarquées jusqu'à présent, et qu'il est important de bien suivre ce phénomène les années ultérieures, car il a été cette fois singulièrement différent de ceux qui l'ont précédé. Presque partout, le maximum s'est présenté dans la nuit du 10 au 11 août, tandis qu'il avait été en retard en 1892, et surtout en 1891. Le principal radiant a été celui qui est placé près de η de Persée et qui va se déplaçant d'année en année.

N° 13. **A. Grandidier.** Le R. P. Colin, S. J., est parvenu à déterminer la longitude, 45° 11′ 30″ plus ou moins 1′, et la latitude 18° 55′ 2″,1 plus ou moins 2″,18, de l'observatoire d'Ambohidempona (Madagascar) qu'il a fondé.

Janssen a fait, les 14 et 15 septembre, à l'observatoire du Mont Blanc, érigé récemment par lui, des observations spectroscopiques confirmant l'origine tellurique des raies de l'oxygène du spectre solaire.

Moissan. L'action de l'arc électrique sur le silicium permet de préparer le siliciure de carbone cristallisé SiC, de quatre manières différentes. Les cristaux de ce corps sont d'une grande stabilité; ils résistent aux réactifs les plus énergiques. Ils sont incolores, hexagonaux, de densité 3,12 et raient le rubis. P. M.

TABLE DES MATIÈRES

DU

QUATRIÈME VOLUME (DEUXIÈME SÉRIE)

TOME XXXIV DE LA COLLECTION.

LIVRAISON DE JUILLET 1893.

Le Jubilé épiscopal de S. S. Léon XIII et la Société scientifique de Bruxelles 1

Comment finira l'univers, essai d'eschatologie scientifique, par **M. Ch. de Kirwan** 5

Physique et métaphysique, par **M. P. Duhem** 55

Les Hotes de mon talus, par **Agricola** 84

Les Races et les langues, par le **R. P. J. Van den Gheyn, S. J.** 103

Les Combustibles minéraux de l'Insulinde, par **M. A.-A. Fauvel** 127

La Forêt de Civrais (Allier), par **M. E. Desjobert**. . . 193

Bibliographie. — I. Cours de mécanique appliquée aux machines, par J. Boulvin. Troisième fascicule, Théorie des machines thermiques. **M. Haton de la Goupillière**. 214

II. Introduction à la théorie des explosifs, par E. Sarrau. **M. P. Duhem** 218

III. Thermodynamische Studien, par J. Willard Gibbs, traduit par W. Ostwald. **M. P. Duhem** 219

IV. Vorlesungen ueber die Theorie des Lichtes, par P. Volkmann. **M. P. Duhem**. 221

V. Traité pratique de calorimétrie chimique, par M. Berthelot. **H. D. G.** 222

VI. Introduction à la mécanique chimique, par P. Duhem. **H. D. G.** 223

VII. Principes de laiterie, par E. Duclaux. **M. J.-B. André** 226
VIII. De Paris au Tonkin, par Gabriel Bonvalot. **M. F. Van Ortroy** 233
IX. La Province de Ngan-Hoei, par le P. Havret, S. J. **M. A.-A. Fauvel.** 240
X. Borneo : Its Geology and Mineral Ressources, by Dr T. Posewitz, translated from the german by F. H. Hatch. **M. A.-A. Fauvel.** 243
XI. The Land of the Lamas, by W.-W. Rockhill. **M. A.-A. Fauvel** 246
XII. Dictionarium sinicum et latinum, auctore P. S. Couvreur, S. J. **M. A.-A. Fauvel** 249
XIII. Le Propriétaire planteur, par D. Cannon, deuxième édition. **M. Ch. de Kirwan.** 253
XIV. Conquête du monde végétal, par Louis Bourdeau. **M. Ch. de Kirwan.** 256
XV. Bibliotheca geographica Palaestinae, herausgegeben von Reinhold Röhricht. **J. G.** 262
XVI. L'Art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes, par le Mis de Viaris. **M. M. d'Ocagne** 265
XVII. Encyclopédie des Travaux publics ; 1° Ports maritimes, par F. Laroche ; — 2° Charpente en bois et menuiserie, par J. Denfer. **M. M. d'Ocagne.** 268
XVIII. Éléments de la théorie des fonctions elliptiques, par J. Tannery et J. Molk. Tome I : Introduction ; Calcul différentiel. **M. M. d'Ocagne.** 274
XIX. Mathématiques et mathématiciens, par A. Rebière ; 2e édition. **M. M. d'Ocagne** 279

Revue des recueils périodiques.

Chimie, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.** 283
Physique, par le **R. P. J. Thirion, S. J.** 292
Hygiène, par **M. le Dr Ach. Dumont** 305
Sciences sociales, par **M. Albert Joly** 311
Ethnographie, par **J. L.** 317
Géographie, par **M. F. Van Ortroy.** 322

Variétés. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. Camboué, S. J.** 334

Notes. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 338

LIVRAISON D'OCTOBRE 1893.

L'École anglaise et les théories physiques, à propos d'un livre récent de W. Thomson, par **M. P. Duhem**. 345

Le Préhistorique américain, par **M. le Mis de Nadaillac**. 379

Les Causes de l'ancienne extension des glaciers, par **M. A. de Lapparent** 402

La Transmission de l'influx nerveux dans l'organisme, echec infligé aux anciennes théories, par le **R. P. G. Hahn, S. J.** 433
— Bibliographie, p. 464.

Les Abeilles du sud de l'Inde, par le **R. P. J. Castets, S. J.** 465
— Planche, après la p. 488.

L'Espagne préhistorique, par **M. L. Siret**. 489

Deux passages curieux d'un livre oublié, par le **R. P. J. Thirion, S. J**. 563

Les Nids composés et les colonies mixtes des fourmis (R. P. Wasmann, S. J.), par le **R. P. J. Pantel, S. J**. . . 573

Bibliographie. — I. Traitements des tumeurs blanches chez l'enfant, par le Dr A. Broca. **M. le D^r Mœller** . . . 587
II. Maladies des pays chauds. Maladies climatériques et infectieuses, par le Dr H. de Brun. **M. le D^r Mœller.** 590
III. De l'endocardite aiguë, par le Dr V. Hanot. **M. le D^r Mœller** 595
IV. Décoration céramique au feu de moufle, par M. E. Guenez. **D. T.** 597
V. Application de la photographie aux sciences naturelles, par le Dr R. Kœhler. **D. T.** 598
VI. El Magnetismo terrestre en Filipinas, por el P. Ricardo Cirera, S. J. **T. de S.** 602
VII. L'Ile Formose, par C. Imbault-Huart. **M. A.-A. Fauvel** 603
VIII. L'Expansion européenne; Empire britannique; Asie; Afrique; Océanie, par le colonel Niox (2e édition). **M. A.-A. Fauvel**. 606

IX. Landbouwkrediet. De landelijke spaar-en leengilden naar Raiffeisens stelsel (Caisses rurales d'épargne et de crédit, d'après le système Raiffeisen), door J. Ferd. Mellaerts, Pr. **E. S.** 607

REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES.

BOTANIQUE, par **M. Alphonse Meunier** 612

SYLVICULTURE, par **M. Ch. de Kirwan** 620

ASTRONOMIE, par le **R. P. J.-D. Lucas, S. J.** 636

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE, par **MM. A. de Lapparent** et **X. Stainier** 657

GÉOGRAPHIE, par **M. F. Van Ortroy.** 664

CONGRÈS DE L'ASSOCIATION BRITANNIQUE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES, par **A. M.** 671

NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.** . 680

Bruxelles. — Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines, 37.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

Tome IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME IV. — JUILLET 1893

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE; TOME XXXIV DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS, Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles, à M. CH. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

LIVRAISON DE JUILLET 1893.

I. — LE JUBILÉ ÉPISCOPAL DE S. S. LÉON XIII ET LA SOCIETE SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES, p. 1.

II. — COMMENT FINIRA L'UNIVERS, ESSAI D'ESCHATOLOGIE SCIENTIFIQUE, par **M. Ch. de Kirwan**, p. 5.

III. — PHYSIQUE ET MÉTAPHYSIQUE, par **M. P. Duhem**, p. 55.

IV. — LES HOTES DE MON TALUS, par **Agricola**, p. 84.

V. — LES RACES ET LES LANGUES, par le **R. P. J. Van den Gheyn, S. J.**, p. 103.

VI. — LES COMBUSTIBLES MINÉRAUX DE L'INSULINDE, par **M. A.-A. Fauvel**, p. 127.

VII. — LA FORÊT DE CIVRAIS (Allier), par **M. E. Desjobert**, p. 193.

VIII. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Cours de mécanique appliquée aux machines, par J. Boulvin. Troisième fascicule, Théorie des machines thermiques. **M. Haton de la Goupillière**, p. 214. — II. Introduction à la théorie des explosifs, par E. Sarrau. **M. P. Duhem**, p. 218. — III. Thermodynamische Studien, par J. Willard Gibbs, traduit par W. Ostwald. **M. P. Duhem**. p. 219. — IV. Vorlesungen ueber die Theorie des Lichtes, par P. Volkmann. **M. P. Duhem**, p. 221. — V. Traité pratique de calorimétrie chimique, par M. Berthelot. **H. D. G.**, p. 222. — VI. Introduction à la mécanique chimique, par P. Duhem. **H. D. G.**, p. 223. — VII. Principes de laiterie, par E. Duclaux. **M. J.-B. André**, p. 226. — VIII. De Paris au Tonkin, par Gabriel Bonvalot. **M. F. Van Ortroy**, p. 233. — IX. La Province de Ngan-Hoei, par le P. Havret, S. J. **M. A.-A. Fauvel**. p. 240. — X. Borneo : Its Geology and Mineral Ressources, by Dr T. Posewitz, translated from the german by F. H. Hatch. **M. A.-A. Fauvel**, p. 243. — XI. The Land of the Lamas, by W.-W. Rockhill. **M. A.-A. Fauvel**, p. 246. — XII. Dictionarium sinicum et latinum, auctore P. S. Couvreur, S. J. **M. A.-A. Fauvel**, p. 249. — XIII. Le Propriétaire planteur, par D. Cannon, deuxième édition. **M. Ch. de Kirwan**, p. 253. — XIV. Conquête du monde végétal, par Louis Bourdeau. **M. Ch. de Kirwan**, p. 256. — XV. Bibliotheca geographica Palaestinae, herausgegeben von Reinhold Röhricht. **J. G.**, p. 262. — XVI. L'Art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes, par le Mis de Viaris. **M. M. d'Ocagne**, p. 265. — XVII. Encyclopédie des Travaux Publics : 1° Ports maritimes, par F. Laroche ; — 2° Charpente en bois et menuiserie, par J. Denfer. **M. M. d'Ocagne**, p. 268. — XVIII. Éléments de la théorie des fonctions elliptiques, par J. Tannery et J. Molk. Tome I : Introduction ; Calcul différentiel. **M. M. d'Ocagne**, p. 274. — XIX. Mathématiques et mathématiciens, par A. Rebière ; 2e édition. **M. M. d'Ocagne**, p. 279.

IX. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Chimie, par le **R. P. H. De Greeff, S. J.**, p. 283. — Physique, par le **R. P. J. Thirion, S. J.**, p. 292. — Hygiène, par **M. le Dr Ach. Dumont**, p. 305. — Sciences sociales, par **M. Albert Joly**, p. 311. — Ethnographie, par **J. L.**, p. 317. — Géographie, par **M. F. Van Ortroy**, p. 322.

X. — VARIÉTÉS. — Notes sur Madagascar, par le **R. P. Camboué, S. J.**, p. 334.

XI. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. **P. M.**, p. 338.

LIBRAIRIES-IMPRIMERIES RÉUNIES. — Ancienne Maison QUANTIN
MAY et MOTTEROZ, directeurs, 7, rue Saint-Benoît, PARIS

En vente chez tous les Libraires de France et de l'Etranger

BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE ILLUSTRÉE

Publiée sous la direction de M. J. ZELLER, membre de l'Institut, et de M. H. VAST, docteur ès lettres

VOLUMES PARUS :

Les deux révolutions d'Angleterre et la nation anglaise au XVIIe siècle, par M. Ed. SAYOUS, professeur d'histoire à la Faculté des lettres de Besançon.

La France sous Louis XV, par M. H. CARRÉ, professeur d'histoire à la Faculté des lettres de Poitiers.

La civilisation florentine du XIIIe au XVIe siècle, par M. E.-T. PERRENS, membre de l'Institut.

La Grèce avant Alexandre, par M. Paul MONCEAUX, professeur de rhétorique au Lycée Henry IV.

L'Espagne sous Ferdinand et Isabelle, par M. Jean H. MARIEJOL, professeur à la Faculté des lettres de Poitiers.

Louis XVI et la révolution, par M. Maurice SOURIAU, professeur à la Faculté des lettres de Poitiers.

SOUS PRESSE :

La France sous Saint Louis, par LECOY DE LA MARCHE.

POUR PARAITRE PROCHAINEMENT :

R. PEYRE. — **L'empire romain.**

Edg. ZÉVORT. — **La France sous le régime du suffrage universel.**

Ern. DENIS. — **La formation de l'Unité allemande.**

L. MENTION. — **L'Armée française sous l'ancien régime.**

A. LUCHAIRE. — **La France Capétienne et Féodale.**

CORRÉALD. — **La France sous le Consulat.**

Chaque volume broché, **4** francs. — Avec un cartonnage en toile reliure, **5** francs. — Avec fers et tranches dorées, pour distributions des prix, **5** fr. **50**.

BIBLIOTHÈQUE ILLUSTRÉE DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

Publiée sous la direction de MM. PICHOT et P. LEFÈVRE, anciens élèves de l'École polytechnique.

VOLUMES PARUS :

Les Mines, les Minières et les Carrières, par A. BADOUREAU, ingénieur du corps des mines et P. GRANGIER, ancien élève de l'école polytechnique.

Les Sciences expérimentales, nouvelle édition, entièrement refondue par A. BADOUREAU, ingénieur du corps des mines.

La Houille et ses dérivés, par O. CHEMIN, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et F. VERDIER, ingénieur civil.

Le Pétrole et ses applications, par Henry DEUTSCH (de la Meurthe).

La navigation maritime, par E. LISBONNE, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ancien directeur des Constructions navales.

Les Chemins de fer, par P. LEFÈVRE, ancien élève de l'Ecole polytechnique, chef du mouvement à la Cie " Ouest " et G. CERBELAND, ingénieur des Arts et manufactures, inspecteur du mouvement à la Ceinture.

Prix de chaque volume : Broché, **5** francs. — Cartonné, **6** francs. — Cartonné, pour Distributions des prix : **6** fr. **50**.

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Éditeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTE**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS
Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.
Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, a Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène, elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, sous *une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus d'octobre 1892 à février 1893.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Gautier (H.), Docteur ès Sciences, Professeur agrégé à l'Ecole supérieure de Pharmacie de Paris. — *Essais d'or et d'argent.*

Lecomte, Docteur ès Sciences, Professeur d'Histoire naturelle au Lycée Saint-Louis. — *Les textiles végétaux. Leur examen microchimique.*

Alheilig, Ingénieur de la Marine, Professeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Corderie. Cordages en chanvre et en fils métalliques.*

De Launay, Ingénieur au corps des mines, Professeur à l'Ecole nationale des mines. — *Formation des gîtes métallifères.*

Bertin, Directeur des constructions navales, Directeur à l'Ecole d'application du génie maritime. — *Etat actuel de la marine de guerre.*

Jean (Ferdinand), Directeur du Laboratoire de la Bourse du Commerce et de la Société française d'Hygiène. — *L'industrie des peaux et des cuirs. Analyse des matières premières, des agents auxiliaires et des produits.*

Berthelot, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences. — *Traité pratique de calorimétrie chimique.*

Viaris (de). — *L'art de chiffrer et déchiffrer les dépêches secrètes.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Demelin (Dr L.-A.), Chef de clinique obstétricale à la Faculté de médecine de Paris. — *Anatomie obstétricale.*

Cuénot (L.), Chargé de cours à la Faculté des sciences de Nancy. — *Les moyens de défense dans la série animale.*

Olivier (Dr A.), Chef du service des maladies des femmes et accouchements à la Policlinique de Paris. — *La pratique de l'accouchement normal.*

Bergé, Interne des Hôpitaux. — *Guide de l'étudiant à l'hôpital. Examens cliniques et autopsies.*

Charrin (A.), Professeur agrégé, chef du Laboratoire de Pathologie générale à la Faculté de médecine. — *Les Poisons de l'organisme : Poisons de l'urine.*

Brocq, Médecin des Hôpitaux, et **Jacquet**, ancien interne à l'Hôpital Saint-Louis. — *Traité élémentaire et pratique de dermatologie. Dermatologie générale.*

Roger (H.), Professeur agrégé à la Faculté de médecine de Paris. — *Physiologie normale et pathologique du foie.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treurenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37.

REVUE

DES

QUESTIONS SCIENTIFIQUES

PUBLIÉE

PAR LA SOCIÉTÉ SCIENTIFIQUE DE BRUXELLES

Nulla unquam inter fidem et rationem
vera dissensio esse potest.
Const. de Fid. cath., c. IV.

DEUXIÈME SÉRIE

TOME IV. — OCTOBRE 1893

(DIX-SEPTIÈME ANNÉE ; TOME XXXIV DE LA COLLECTION)

BRUXELLES
SOCIÉTÉ BELGE DE LIBRAIRIE
(Société anonyme)
Oscar SCHEPENS. Directeur
16, RUE TREURENBERG, 16

Prière d'adresser tout ce qui concerne la rédaction, ainsi que les ouvrages envoyés pour comptes rendus (deux exemplaires) ou offerts à la Société scientifique de Bruxelles. à M. CH. GEORGE, 11, rue des Récollets, Louvain.

LIVRAISON D'OCTOBRE 1893.

I. — L'ÉCOLE ANGLAISE ET LES THÉORIES PHYSIQUES, à propos d'un livre récent de W. Thomson, par **M. P. Duhem**, p. 345.

II. — LE PRÉHISTORIQUE AMÉRICAIN, par **M. le Mis de Nadaillac**, p. 379.

III. — LES CAUSES DE L'ANCIENNE EXTENSION DES GLACIERS, par **M. A. de Lapparent**, p. 402.

IV. — LA TRANSMISSION DE L'INFLUX NERVEUX DANS L'ORGANISME, ÉCHEC INFLIGÉ AUX ANCIENNES THÉORIES, par le **R. P. G. Hahn, S. J.**, p. 433. — Bibliographie, p. 464.

V. — LES ABEILLES DU SUD DE L'INDE, par le **R. P. J. Castets, S. J.**, p. 465. — Planche, après p. 488.

VI. — L'ESPAGNE PRÉHISTORIQUE, par **M. L. Siret**, p. 489.

VII. — DEUX PASSAGES CURIEUX D'UN LIVRE OUBLIÉ, par le **R. P. J. Thirion, S. J.**, p. 563.

VIII. — LES NIDS COMPOSÉS ET LES COLONIES MIXTES DES FOURMIS, (R. P. Wasmann, S. J.), par le **R. P. J. Pantel, S. J.**, p. 573.

IX. — BIBLIOGRAPHIE. — I. Traitements des tumeurs blanches chez l'enfant, par le Dr A. Broca. M. le Dr Mœller, p. 587 — II. Maladies des pays chauds. Maladies climatériques et infectieuses, par le Dr H. de Brun. M. le Dr Mœller, p. 590. — III. De l'endocardite aiguë, par le Dr V. Hanot. M. le Dr Mœller, p. 595. — IV. Décoration céramique au feu de moufle, par M. E. Guenez. D. T., p. 597. — V. Application de la photographie aux sciences naturelles, par le Dr R. Kœhler. D. T., p. 598. — VI. El Magnetismo terrestre en Filipinas, por el P. Ricardo Cirera, S. J. T. de S., p. 602. — VII. L'Ile Formose, par C. Imbault-Huart. M. A.-A. Fauvel, p. 603. — VIII. L'Expansion européenne ; Empire britannique; Asie; Afrique; Océanie, par le colonel Niox (2e édit.). M A. A. Fauvel, p. 606. — IX. Landbouwkrediet. De landelijke spaar- en leengilden naar Raiffeisens stelsel (Caisses rurales d'épargne et de crédit, d'après le système Raiffeisen), door J. Ferd. Mellaerts, Pr. E. S., p. 607.

X. — REVUE DES RECUEILS PÉRIODIQUES. — Botanique, par M. Alphonse Meunier, p. 612. — Sylviculture, par M. Ch. de Kirwan, p. 620. — Astronomie, par le R. P. J.-D. Lucas, S. J., p 636. — Géologie et minéralogie, par MM. A. de Lapparent et X. Stainier, p. 657. — Géographie, par M. F. Van Ortroy, p. 664. — Congrès de l'association britannique pour l'avancement des Sciences (1893), par A. M., p. 671.

XI. — NOTES. — Comptes rendus de l'Académie des sciences. P. M., p. 680.

LIBRAIRIES-IMPRIMERIES RÉUNIES. — Ancienne Maison QUANTIN
MAY et MOTTEROZ, directeurs, 7, rue Saint-Benoît, PARIS

En vente chez tous les Libraires de France et de l'Etranger

BIBLIOTHÈQUE D'HISTOIRE ILLUSTRÉE

Publiée sous la direction de M. J. ZELLER, membre de l'Institut, et de M. H. VAST, docteur ès lettres

VOLUMES PARUS :

Les deux révolutions d'Angleterre et la nation anglaise au XVIIe siècle, par M. Ed. SAYOUS, professeur d'histoire à la Faculté des lettres de Besançon.

La France sous Louis XV, par M. H. CARRÉ, professeur d histoire à la Faculté des lettres de Poitiers.

La Civilisation florentine du XIIIe au XVIe siècle, par M. E.-T. PERRENS, membre de l'Institut.

La Grèce avant Alexandre, par M. Paul MONCEAUX, professeur de rhétorique au Lycée Henri IV.

L'Espagne sous Ferdinand et Isabelle, par M. Jean H. MARIEJOL, professeur à la Faculté des lettres de Poitiers.

Louis XVI et la révolution, par M. Maurice SOURIAU, professeur à la Faculté des lettres de Poitiers.

SOUS PRESSE :

La France sous Saint Louis, par LECOY DE LA MARCHE.

POUR PARAITRE PROCHAINEMENT :

R. PEYRE. — **L'Empire romain.**

Edg. ZÉVORT. — **La France sous le régime du suffrage universel.**

Ern. DENIS. — **La Formation de l'Unité allemande.**

L. MENTION. — **L'Armée française sous l'ancien régime.**

A. LUCHAIRE. — **La France Capétienne et Féodale.**

CORRÉALD. — **La France sous le Consulat.**

Chaque volume broché, **4** francs. — Avec un cartonnage en toile reliure, **5** francs. — Avec fers et tranches dorées, pour distributions des prix, **5** fr. **50**.

BIBLIOTHÈQUE ILLUSTRÉE DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

Publiée sous la direction de MM. PICHOT et P. LEFÈVRE, anciens élèves de l'École polytechnique.

VOLUMES PARUS :

Les Mines, les Minières et les Carrières, par A. BADOUREAU, ingénieur du corps des mines et P. GRANGIER, ancien élève de l'Ecole polytechnique.

Les Sciences expérimentales, nouvelle édition, entièrement refondue par A. BADOUREAU, ingénieur du corps des mines.

La Houille et ses dérivés, par O. CHEMIN, ingénieur des Ponts et Chaussées, professeur à l'Ecole des Ponts et Chaussées, et F. VERDIER, ingénieur civil.

Le Pétrole et ses applications, par Henry DEUTSCH (de la Meurthe).

La Navigation maritime, par E. LISBONNE, ancien élève de l'Ecole polytechnique, ancien directeur des Constructions navales.

Les Chemins de fer, par P. LEFÈVRE, ancien élève de l'Ecole polytechnique, chef du mouvement à la Cie "Ouest", et G. CERBELAND, ingénieur des Arts et manufactures, inspecteur du mouvement à la Ceinture.

Prix de chaque volume : Broché, **5** francs. — Cartonné, **6** francs. — Cartonné, pour distributions des prix : **6** fr. **50**.

GAUTHIER-VILLARS & Fils
IMPRIMEURS-ÉDITEURS
Quai des Grands-Augustins, 55

G. MASSON, Éditeur
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
Boulevard Saint-Germain, 120

PARIS

ENCYCLOPÉDIE SCIENTIFIQUE DES AIDE-MÉMOIRE

publiée sous la direction de **M. H. LÉAUTÉ**, Membre de l'Institut.

300 VOLUMES ENVIRON, PETIT IN-8°, PARAISSANT DE MOIS EN MOIS

Il sera publié 30 à 40 volumes par an

Chaque volume est vendu séparément : Broché, **2** fr. **50**. — Cartonné, toile anglaise, **3** fr.

Le prospectus général de l'Encyclopédie est envoyé franco sur demande.

Cette publication, qui se distingue par son caractère pratique, reste cependant une œuvre hautement scientifique.

Embrassant le domaine entier des Sciences appliquées, depuis la Mécanique, l'Électricité, l'Art de l'Ingénieur, la Physique et la Chimie industrielles, etc., jusqu'à l'Agronomie, la Biologie, la Médecine, la Chirurgie et l'Hygiène, elle se compose d'environ 300 volumes petit in-8°.

Chacun d'eux, signé d'un nom autorisé, donne, *sous une forme condensée*, l'état précis de la science sur la question traitée et toutes les indications pratiques qui s'y rapportent.

La publication est divisée en deux sections : **Section de l'Ingénieur, Section du Biologiste**, qui paraissent simultanément depuis février 1892 et se continuent avec rapidité et régularité de mois en mois.

Les ouvrages qui constitueront ces deux séries permettront à l'Ingénieur, au Constructeur, à l'Industriel, d'établir un projet sans reprendre la théorie; au Chimiste, au Médecin, à l'Hygiéniste, d'appliquer la technique d'une préparation, d'un mode d'examen ou d'un procédé sans avoir à lire tout ce qui a été écrit sur le sujet. Chaque volume se termine par une Bibliographie méthodique permettant au lecteur de pousser plus loin et d'aller aux sources.

Volumes parus d'avril à octobre 1893.

SECTION DE L'INGÉNIEUR.

Minel (P.), Ingénieur des constructions navales. — *Introduction à l'Électricité industrielle (Circuit magnétique. Induction. Machines).*

Gérard-Lavergne, Ingénieur civil. — *Les Turbines.*

Hébert (A.), Préparateur aux Travaux pratiques de chimie à l'École de médecine. — *Examen sommaire des boissons falsifiées.*

Naudin (Laurent), Chimiste à l'École de Physique et de Chimie industrielles. — *Fabrication des vernis.*

Laurent (H.), Examinateur d'admission à l'École Polytechnique. — *Théorie des jeux de hasard.*

Sinigaglia (Francesco), Ingénieur-Directeur de l'Association des propriétaires de chaudières à vapeur. — *Accidents de chaudières.*

Guenez, du Laboratoire des Douanes. — *Décoration céramique au feu de moufle.*

Vermand, Ingénieur des Constructions navales. — *Moteurs à gaz et à pétrole.*

Meyer (Ernest), Auditeur au Conseil d'État. — *L'utilité publique de la propriété privée.*

SECTION DU BIOLOGISTE.

Brun (de), Professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth, médecin sanitaire de France en Orient, correspondant de l'Académie de médecine. — *Maladies des pays chauds. Maladies climatériques et infectieuses.*

Broca, Chirurgien des Hôpitaux. — *Traitement des tumeurs blanches (ostéo-arthrites tuberculeuses des membres) chez l'enfant.*

Du Cazal, Médecin principal de 1re classe, Professeur à l'École du Val-de-Grâce, et **Catrin**, Médecin-major de 1re classe, Professeur agrégé à l'École du Val-de-Grâce. — *Médecine légale militaire.*

Lapersonne (de), Professeur à la Faculté de Médecine de Lille. — *Maladies des paupières et des organes de l'œil.*

Kœhler, Professeur de Zoologie à la Faculté des Sciences de Lyon. — *Application de la Photographie aux Sciences naturelles.*

Beauregard (H.), Professeur agrégé à l'École supérieure de Pharmacie. — *Le Microscope.*

Brun (de), Professeur de clinique interne à la Faculté de Beyrouth. — *Maladies des pays chauds. Maladies de l'appareil digestif des lymphatiques et de la peau.*

*On peut également se procurer les volumes de l'***Encyclopédie scientifique des Aide-Mémoire** *à la Société Belge de Librairie, rue Treuvenberg, 16, à Bruxelles, et dans les principales librairies de Belgique.*

Imp. Polleunis & Ceuterick, rue des Ursulines 37

Bruxelles
26-1944 JUN 1 1944
86538

AMNH LIBRARY
100226234